

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

## GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

Geologi

Geoteknik med grundläggning

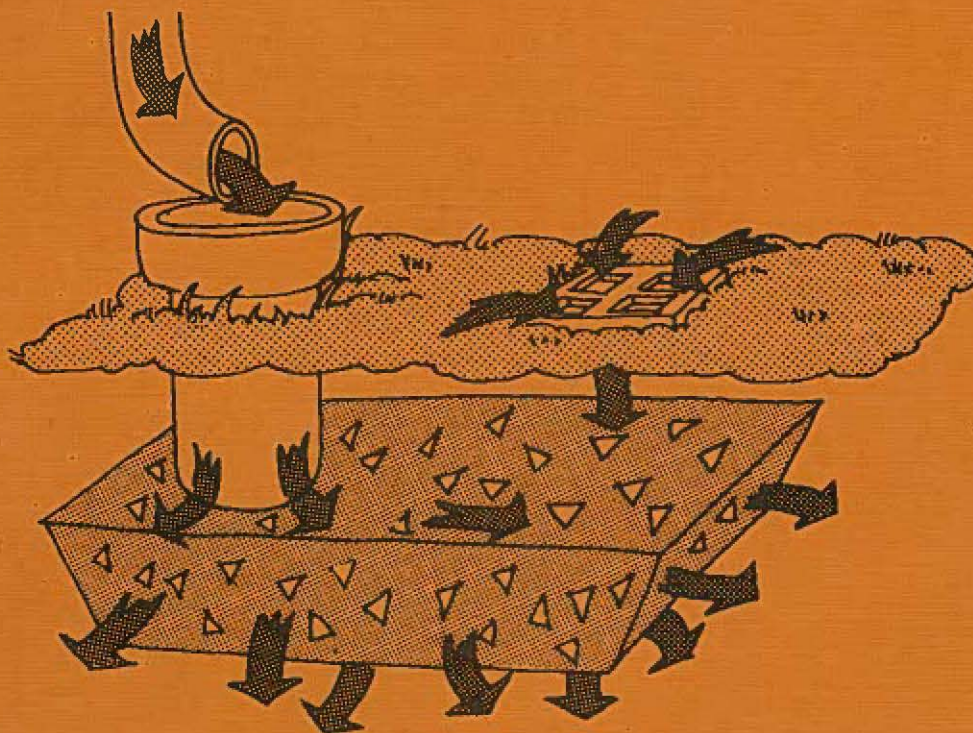
Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

ISSN 0347-8165

# INFILTRERA DAGVATTEN

DISKUSSIONER OCH FIGURER FRÅN  
CTH - SEMINARIUM 1979 - 04 - 20



PER - ARNE MALMQUIST (red.)



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

**GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN**

Geologi

Geoteknik med grundläggning

Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

ISSN 0347-8165

---

# **INFILTRERA DAGVATTEN**

**DISKUSSIONER OCH FIGURER FRÅN  
CTH - SEMINARIUM 1979 - 04 - 20**

Chalmers tekniska högskola  
Geohydrologiska forskningsgruppen  
412 96 Göteborg  
tel 031/810100

**PER - ARNE MALMQUIST (red.)**

## INNEHÅLL

SID

### FÖRORD

1.	INBJUDAN TILL SEMINARIUM	1
2.	PROGRAM	2
3.	MEDVERKANDE	3
4.	DELTAGARFÖRTECKNING	4
5.	DISKUSSIONER	8
5.1	Inledningsanförande av Leif Andréasson	8
5.2	Diskussion efter föredraget "Vattenomsättning, marken som mottagare av vatten", av Lars Ericsson.	11
5.3	Diskussion efter föredraget "Principlösningar" av Bo Carlstedt.	13
5.4	Diskussion efter föredraget "Aktuell forskning" av Örjan Eriksson.	17
5.5	Diskussion efter föredraget "Projektering och byggande. Kostnader" av Runar Andersson.	18
5.6	Slutdiskussion	21
5.7	Föredraget "Driftfrågor" av Runar Andersson och diskussion efter detta.	26

### Bilagor

1.	Figurer till föredraget "Vattenomsättning, marken som mottagare av vatten" av Lars Ericsson.	35
2.	Figurer till föredraget "Principlösningar" av Bo Carlstedt.	47
3.	Figurer till föredraget "Aktuell forskning" av Örjan Eriksson.	52
4.	Figurer till föredraget "Planering och förundersökningar" av Olov Holmstrand.	52
5.	Figurer till föredraget "Projektering och byggande. Kostnader" av Runar Andersson.	55

6.	Figurer till föredraget "Miljöeffekter" av Per-Arne Malmquist.	63
7.	Figurer till föredraget "Lagar och förordningar" av Jan Hällgren.	67
8.	Figurer till föredraget "Exempel - Karlskoga" av Bo Lind och Hans Berggren.	72

## FÖRORD

Resultaten från flera års forskning om lokalt omhändertagande av dagvatten presenterades under våren 1979 dels i form av Naturvårdsverkets och Byggforskningens rapport "Infiltrera dagvatten - planering och metoder" av Per Lindvall och Olov Holmstrand, dels i form av CTH-seminariet "Infiltrera dagvatten" den 20 april 1979. Initiativet till seminariet togs av Samordningsgruppen för urban hydrologi.

Föreliggande rapport omfattar visade figurer och förda diskussioner vid detta seminarium och får ses som ett komplement till de tidigare presentationerna.

Föredragshållare och debattörer har tyvärr inte kunnat beredas tillfälle att granska texten, som skrivits ut från bandupptagningar.

Per-Arne Malmquist

## 1. INBJUDAN TILL SEMINARIUM

Vid Chalmers Tekniska Högskola anordnas den 20 april 1979 ett seminarium om lokalt omhändertagande av dagvatten, kallat "Infiltrera dagvatten". Seminariet arrangeras av Geohydrologiska forskningsgruppen vid Chalmers Tekniska Högskola, Statens Råd för Byggnadsforskning och Statens Naturvårdsverk.

Seminariet syftar till att presentera de praktiska erfarenheter och de forskningsresultat om dagvatteninfiltration som framkommit under de senaste åren. Vid seminariet kommer också att presenteras Naturvårdsverkets nya bok "Infiltrera dagvatten", en handledning om perkolationsmagasin.

Vid seminariet kommer att diskuteras bland annat behovet av förundersökningar, projektering och byggande av anläggningar, driftserfarenheter samt konsekvenser av dagvatteninfiltration. Lagar och förordningar inom området kommer att redogöras för.

Seminariet vänder sig till personer vid kommunala förvaltningar och konsultbyråer med uppgift att leda och utföra planering och projektering inom dagvattenområdet samt till länsstyrelser, forskningsinstitutioner och andra intresserade.

## 2. PROGRAM

- 09.00 Registrering
- 09.30 Inledning. Leif Andréasson
- 09.45 Vattenomsättning, marken som mottagare av vatten, mätmetoder. Lars Ericsson
- 10.30 Principlösningar, kostnader. Bo Carlstedt
- 11.15 Aktuell forskning. Örjan Eriksson
- 11.30 Lunch
- 12.30 Planering och förundersökningar. Presentation av brukarrapport. Olov Holmstrand
- 13.00 Projektering och byggande. Runar Andersson
- 13.45 Miljöeffekter. Per-Arne Malmquist
- 14.00 Lagar och förordningar. Jan Hällgren
- 14.30 Exempel - Karlskoga. Bo Lind och Hans Berggren
- 15.30- Slutdiskussion
- 16.15

## 3. MEDVERKANDE

Runar Andersson, BPA-Riksbyggen, Stockholm

Leif Andréasson, Statens Geotekniska Institut, Linköping

Hans Berggren, BPA-Riksbyggen, Göteborg

Bo Carlstedt, Orrje & Co, Stockholm

Lars Ericsson, VIAK AB, Stockholm

Örjan Eriksson, Byggforskningsrådet, Stockholm

Olov Holmstrand, Geohydrologiska forskningsgruppen,  
Chalmers tekniska högskola, Göteborg

Jan Hällgren, Statens Naturvårdsverk, Stockholm

Bo Lind, Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers  
tekniska högskola, Göteborg

Per-Arne Malmquist, Geohydrologiska forskningsgruppen,  
Chalmers tekniska högskola, Göteborg



## 4. DELTAGARFÖRTECKNING

Namn	Kommun/företag
Adamsson, Jan	Göteborgs VA-verk
Adebrant, Anders	Stadshuset, Vimmerby
Ahlin, Gunnar	Stadshuset, Vimmerby
Alm, Kent	Backö kommunaltekn, Växjö
Almestrand, Leif O	Geoteam, Oslo
Andersson, Ann-Carin	CTH, VA-teknik
Andersson, Kjell	Stadsbyggnadskontoret, Göteborg
Andersson, Lennart	VBB, Stockholm
Andersson, Runar	BPA-Riksbyggen, Stockholm
Andersen, Rolf	Chr Grøner AS, Ski, Norge
Andersen, Tom	Sandefjord Kommune, Norge
Andreasson, Leif	SGI, Linköping
Arpegren, Jan	Orrje & Co, Linköping
Arnell, Viktor	CTH, Vattenbyggnad
Aronsson, Jan	Backö kommunaltekn, Växjö
Asbjörnsson, Tor	Göteborgs Fritidsförvaltning
Asp, Tomas	CTH, Vattenbyggnad
Axelsson, Sigvard	Länsstyrelsen, Jönköping
Backman, Håkan	ABV, Stockholm
Balmér, Peter	CTH, VA-teknik
Beiron, Tor-Gunnar	Skaraborgs läns landsting, Mariestad
Bengtsson, Lars	Gatukontoret, Falkenberg
Berg, Kjell-Ola	K-Konsult, Sundsvall
Berggren, Hans	BPA-Riksbyggen, Göteborg
Bergman, Göran	Tyréns Företagsgrupp, Stockholm
Björk, Hans	Värnamo kommun
Björke, T	Chr F Grøner A/S, Ski, Norge
Björkman, Axel	CTH, VA-teknik
Borlid, Allan	Tellstedts Ingenjörbyrå, Göteborg
Brånemo, Torgny	K-Konsult, Kristianstad
Bäckman, Hans	CTH, VA-teknik
Börjesson, Roy	Kristianstads kommun
Bøyum, A	Vassbygging, NTH, Norge
Carlstedt, Bo	Orrje & Co, Stockholm
Christenson, Sten-Åke	Ale kommun, Nol
Cliffordsson, Leif	Länsstyrelsen i Gävleborgs län, Gävle
Dalquist, Lennart	Tekn kontoret, Alingsås
Edgren, Ulf	Tekn kontoret, Alingsås
Ejdeling, Göran	CTH, Geologi
Ekman, CG	Gatukontoret, Göteborg
Ekstedt, K A	Tyréns Företagsgrupp, Stockholm
Ellefsen, Kjell	Oslo kommun, Norge
Engström, Göran	Karlstads kommun
Ericsson, Lars	VIAK AB, Stockholm
Ericsson, Mats	K Norén Konsult Ing byrå AB, Mölndal
Eriksson, Anders	Allmänna Ing byrå AB, Stockholm

Eriksson, Örjan	BFR, Stockholm
Ersson, Stig	Orrje & Co, Göteborg
Falk, Jan	LTH/LU, Tekn vattenresurslära, Lund
Fevang, Thore	Sandefjord kommune, Norge
Forsell, Gunvor	BFR, Stockholm
Freiholtz, Klas Göran	Gatukontoret, Göteborg
Furtenback, Helge	Armerad Betong, Stockholm
Gundersen, Per	Norges Byggforskningsinstitut, Oslo
Gunnerfeldt, Kjell	VIAK AB, Boden
Gustavsson, Gerhard	Stadsbyggnadskontoret, Göteborg
Gustavsson, Gunnar	Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län
Hedén, Stig	Hallsbergs kommun
Hellström, Thomas	IVL, Stockholm
Hogland, William	LTH/LU, Tekn vattenresurslära, Lund
Holgersson, Nils	Tekn Verken, VA-verket, Västerås
Holm, Thomas	CTH, Geologi
Hård, Stig	CTH, Geologi
Häggström, Steffen	CTH, Vattenbyggnad
Hällgren, Jan	SNV, Stockholm
Högström, Åke	Sv Bostäder, Vällingby
Iggmark, Mats	Kumla kommun
Isaksson, Gunnar	Tekn Verken, Västerås
Israelsson, Bertil	Göteborgs Förorters Intresseför upa
Jaryd, Anders	K-Konsult, Stockholm
Johansson, Arne	Svalövs kommun
Johansson, Bengt	Gatukontoret, Göteborg
Johansson, Bengt	Söderblom & Palm, Göteborg
Johansson, Hasse	Partille kommun
Johansson, Karl-Erik	Trollhättans kommun
Johansson, KÅ	Gatukontoret, Borås
Johansson, Mats	Ingfirman Inge H Bååth AB, Växjö
Johansson, Povel	Kjessler & Mannerstråle, Göteborg
Johansson, Stig	Stadshuset, Vimmerby
Johansson, Östen	Borlänge kommun
Johnsson, Lars Peter	VBB, Malmö
Jonasson, Sven	CTH, Geologi
Jonsson, Bertil	Gatukontoret, Göteborg
Jönsson, Gunnar	Länsst i Östergötlands län, Norrköping
Karlsberg, Arne	Gatukontoret, Falkenberg
Karlsson, Bernt	Hallsbergs kommun
Karlsson, Kenneth	K-Konsult, Kristianstad
Karlsson, Tore	Gatukontoret, Skövde
Karneström, Torbjörn	Hövik, Norge
Knutsen, Karl	Knutsen, Drammen, Norge
Krigsman, Sten	Valdemarsviks kommun
Kylefors, Lars	K-Konsult, Kalmar
Lagerquist, Sören	CTH, Analytisk kemi
Larsson, Ingvar	Laholms kommun
Lind, Bo	CTH, Geologi
Lindgren, L-O	Gatukontoret, Vänersborg
Lindvall, Per	CTH, Vattenbyggnad

Liptak, Tibor	Oslo kommun, Norge
Ljunggren, Olle	VA-verket, Göteborg
Lund, Sven	AB Geo-konsult, Stockholm
Lyngfelt, Sven	CTH, Vattenbyggnad
Lönnberg, John	Jacobsson & Widmark, Örebro
Magnusson, Björn	HSB:s Riksförbund, Stockholm
Magnusson, Björn	Ingfirman Inge H Bååth AB, Växjö
Malbert, Björn	EFEM AB, Göteborg
Malmquist, Per-Arne	CTH, VA-teknik
Marklund, J	VAB, Umeå
Mattsson, Lars	H Hulthéns Ingbyrå, Karlstad
Melhus, Bengt	VIAK AB, Örebro
Melin, Henriette	CTH, Vattenbyggnad
Mentor, Sune	Göteborgs Förorters Intresseför upa
Modin, Björn	CTH, Geologi
Morin, Hans	H Hulthéns Ingbyrå, Karlstad
Möller, Åke	VBB, Stockholm
Niemczynowicz, Janusz	LTH/LU, Tekn vattenresurslära, Lund
Nilsdal, Jan-Arne	CTH, Vattenbyggnad
Nilsson, Bengt	Göteborgs Fritidsförvaltning
Nilsson, H H	Chr F Gröner A/S, Ski, Norge
Norrgård, Hans	Orrje & Co, Göteborg
Nyström, Lars	Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län
Näslund, Sven	Lerums kommun
Olsson, Bernhard	Göteborgs Förorter
Olsson, J-A	CTH, Geologi
Olsson, Sven-Olof	Gatukontoret, Borås
Oskarsson, Roger	Gatukontoret, Göteborg
Persson, Birger	ABV, Stockholm
Peterson, Bengt	Linköping
Peterson, Hasse	Göteborgs Förorter
Pettersson, Bertil	Emmaboda kommun
Rausberger, B	Tyréns Företagsgrupp, Stockholm
Reinertsen, T	Vassbygging, NTH, Norge
Remsy, Eimar	Gatukontoret, Göteborg
Ritzl, Tibor	AB Jacobsson & Widmark, Lidingö
Rämsberg, Hans	Valdemarsviks kommun
von Schantz, Åke	CTH, Geologi
Schubert, Peter	Gatukontoret, Göteborg
Schönborg, Ragnar	NTH, Prospekt transport av vann, Norge
Sellgren, Anders	CTH, Vattenbyggnad
Sjöstrand, Ragnar	Gatukontoret, Mölndal
Sköld, Gunilla	HB-Konsult, Malmö
Spångberg, Bengt	VA-verket, Stockholm
Stenklint, Jan	Länsstyrelsen i Hallands län, Halmstad
Stenlund, Olof	CTH, Geologi
Stiger, Gunnar	K-Konsultbyrå fören upa, Stockholm
Stjernman, Hans	VA-verket, Göteborg
Strandner, Håkan	CTH, Vattenbyggnad
Stöllman, Lars-Erik	CTH, Vattenbyggnad
Svantesson, Lennart	Gatukontoret, Mölndal
Svensson, Bertil	Kjessler & Mannerstråle, Helsingborg
Svensson, Ebbe	Tekniska förb, Huddinge

Svensson, Gilbert	CTH, VA-teknik
Svensson, Lennart	AB Jacobsson & Widmark, Göteborg
Szmida, Lajos	AB Jacobsson & Widmark, Lidingö
Sällfors, Göran	CTH, Geoteknik
Söderpalm, Tomas	Göteborgs Fritidsförvaltning
Sörman, Lars-Ove	CTH, Vattenbyggnad
Tellstedt, Rolf	Konsult ing byrå, Göteborg
Wedel, Per	CTH, Geologi
Weiner, Gustav	Värnamo kommun
Wengholt, Evert	Byggnadskontoret, Växjö
Widerström, Anders	Gatukontoret, Halmstad
Widerström, Erik	Statens vägverk, Göteborg
Winnberg, Evert	Gatukontoret, Halmstad
Wästlund, Gunilla	Planverket, Stockholm
Zetterström, Lars	Gatukontoret, Örebro
Åkerblad, Stig	Riksbyggen, Göteborg
Öhman, Björn	AB Jacobsson & Widmark, Norrköping
Öhrberg, Sven	Gatukontoret, Mölndal
Örtnäs, Nils	N Örtnäs Ingbyrå, Göteborg

## 5. DISKUSSIONER

### 5.1 Inledningsanförande av Leif Andréasson

Forskningen inom området lokalt omhändertagande av dagvatten har inte tillkommit av en slump. Det var två grupper som först och främst tryckte på om forskning. Den första gruppen var VA-tekniker och andra som reagerade mot Naturvårdsverkets krav på separering av äldre kombinerade avloppssystem. Den andra gruppen var geotekniker som hade talat om vatteninläckning i tunnlar men också tittat på andra faktorer, bland annat det att man hade väldigt bråttom med att leda bort allt dagvatten så att man inte fick ner vattnet i jorden på naturligt sätt. Detta var också någonting som ledde till grundvattensänkningar. De var måna om att upprätthålla grundvattentrycket i jorden och talade också om behovet av att infiltrera dagvatten. Båda dessa grupper tryckte på; framför allt skulle jag vilja säga så var det väl VA-teknikerna och markteknikerna som var de verkliga tillskyndarna. Naturvårdsverket höll på att ta fram dagvattenanvisningar som hade med hela det fullt utbyggda separatsystemet, krav på fullt utbyggt separatsystem, så VA-teknikerna tyckte att de hade bråttom och de kämpade för att få igång den här forskningen. Trots att det fanns starka motiv så mötte de i alla fall ganska hårt motstånd. Det är alltid så när man skall ge sig in på någonting nytt, och jag skulle vilja påstå att hade det inte varit förentusiasmen hos dessa forskare, så hade vi inte fått igång den forskning som vi nu kan börja se resultatet av. Man fick också relativt tidigt uppleva en viss framgång. Naturvårdsverket hade 1974 ett färdigt koncept till dagvattenanvisningar, som jag sade, med krav på separatsystem. Detta lade man då på hyllan under trycket från de tankegångarna och på den hyllan ligger det konceptet fortfarande kvar.

Primärt så är alltså lokalt omhändertagande av dagvatten dels ett sätt att ta hand om dagvattnet, dels ett sätt att upprätthålla grundvattentrycket i jorden. I båda fallen talar VA-tekniker, marktekniker och geotekniker om 100-tals miljoner kronor, det är alltså många mil ledningar det är fråga om,

det är frågan om sättningskostnader för 100-tals miljoner kronor. När jag säger detta är det alltså årliga kostnader jag menar. Det fanns stora vinster att hämta. Vi skall komma ihåg, när vi talar om lokalt omhändertagande av dagvatten, att båda motiven finns. Det finns idag exempel på att man har tagit hand om dagvattnet lokalt, både för att bli av med det på ett naturnära sätt, nära källan och för att undvika sättningskostnader. Karlskoga är ett exempel på det första motivet. Här i Göteborg har vi Bratthammar, där det primära syftet är att upprätthålla grundvattentrycket, och där man alltså inte blir av med särskilt mycket vatten men man klarar sig från sättningskostnader. Sen vinner man lite mer, man exempelvis minskar föroreningen av recipienter. Dagvatten som går ut direkt utan rening för med sig en hel del föroreningar och med den långtgående rening av spillvatten som vi har eller egentligen borde ha så blir dagvattnet en betydande föroreningskälla. Detta resonemang räcker längre än så. Redan tidigt, före energikrisen, så gick man, med dagvattenresonemanget som bakgrund, längre och försökte titta på hela vattenhanteringen i samhället och man skisserade lösningar som inbegrep spillvattnet, det vill säga reduktion av vattenmängden till reningsverken genom dubbelanvändning i hushållet. Man skulle också ta ut energin ur varmvattnet i bostäderna innan man skickade ut det i ledningarna. Det var egentligen dödfödda tankegångar, före energikrisen. Nu är det långtfrån några dödfödda tankegångar, men jag vill peka på att man med dagvattenhanteringen som avstamp resonerade om sådant före energikrisen. Man resonerade om att leda spillvattnet i tryckledningar så att man bara fick spillvatten och ingenting annat till reningsverken och därmed kunde uppnå en effektivare rening. Samtidigt skulle man ha, så långt möjligt, lokalt omhändertagande av dagvattnet och göra lokala vinster som skulle bli ganska stora. En bidragande orsak till att vi har fått fram resultat av denna forskning har varit att det från början har varit ett nära samarbete mellan praktiker och teoretiker. Det är, tror jag, väldigt betydelsefullt att få med praktikerna från början. Här var det faktiskt så att praktikerna var de verkliga på-

drivarna i början. Vi kommer idag att få höra både praktiker och teoretiker. Genom att det varit så har man fått fram dimensionerings- och projekteringsanvisningar parallellt med undersökningsmetoder och teorier. Det är också glädjande att vi här idag kommer att få höra de här entusiasterna som såg till att driva igenom denna forskning, att få anslag till den. Initiativet till dagens redovisning har tagits av Samordningsgruppen för urban hydrologi. Det är en grupp som har stöd av de statliga myndigheter som har ansvar för detta slag av forskning och som skall försöka samordna forskningen och föra ut resultaten på bästa sätt.

5.2 Diskussion efter föredraget "Vattenomsättning, marken som mottagare av vatten" av Lars Ericsson

Bo Carlstedt, Orrje & Co Scandiaconsult:

Jag skulle vilja ställa en fråga angående ringinfiltrometrar och redovisning av de resultaten. Nu sker ju i regel, som Du visade, redovisningen med tiden som abskissa, men jag tror att det skulle vara värdefullt för oss som skall använda resultaten att man i stället redovisade med totalt, ackumulerat antal mm som abskissa för att kunna kontrollera mot naturliga förhållanden. Det är i många fall så, att man får flera hundra mm när man håller på att göra försök, men när får man i verkligheten så många mm i någon punkt?

Lars Ericsson: Mätning med ringinfiltrometer är ju en värdelös mätmetod om man inte kopplar den till nederbörden och det förväntade flöde som man har. Det är det man skall ställa resultaten i relation till. Sedan kan man, när man gör en sådan här utvärdering med infiltrometrar, rita upp mätpunkterna och anpassa dem till en hydrologisk modell som kallas för Hortons formel. För att få fram volymerna som det är fråga om kan man bara integrera Hortons ekvation.

Tibor Ritzl, Jacobsson & Widmark: Får Du fram en siffra på permeabiliteten med de mätmetoder Du beskrivit? Jag har en fråga angående permeabilitet. I Bygg har vi ju egentligen beskrivit olika materials permeabilitetstal,  $10^{-1}$ ,  $-5$ ,  $-4$ , men om man använder dessa tal inom infiltrationsområdet skulle det innebära att i ett område skulle Du kunna tro att det behövdes 100 eller 1000 m<sup>2</sup> infiltrationsyta, och det blir ju en väldigt diffus uppgift.

Lars Ericsson: Man måste frångå de riktvärden som finns idag om vi skall börja tillämpa lokalt omhändertagande av dagvatten. Man måste gå in mycket tidigare i planeringsprocessen och då koppla in en geohydrolog för att göra en geohydrologisk utvärdering. Att då jobba med tiopotenser enligt riktvärden är



ganska meningslöst. Vad jag menar är att vi måste gå ut och på ett eller annat sätt försöka göra en uppskattning på platsen, kanske med provgropar. När det gäller infiltration på grönytan är det svårare. Då måste vi nog lägga oss mycket mer på den säkra sidan och arbeta tillsammans med markteknikerna.

Tibor Ritzl: Finns det någon bra metod idag som Du kan rekommendera?

Lars Ericsson: Inte i den omättade zonen.

5.3        Diskussion efter föredraget "Principlösningar"  
            av Bo Carlstedt

- : Finns kostnaderna för de utbytta infiltrationsmassorna med i den visade kalkylen?

Bo Carlstedt: De är inte med, eftersom utbytesmassorna ändå erfordras i båda fallen.

- : Men i en relevant kostnadsjämförelse borde dessa kostnader ingå.

Bo Carlstedt: Ja, det beror på vad man menar med relevant. Om man i ett fall där man inte behövde utbyta massorna verkligen måste utbyta massor om man tillämpar lokalt omhändertagande av dagvatten. I det visade exemplet har man placerat bebyggelse ovanpå kärr och därigenom framtvingat ett utbyte, men om man inte haft bebyggelse ovanpå kärret så hade man i och för sig kunnat bibehålla kärret utan att utbyta massor. Så det är inte riktigt relevant att göra en sådan kostnads-kalkyl.

Det finns många exempel på olika kostnadsutfall, som Runar Andersson kommer att visa senare. Det blir naturligtvis olika utfall i olika områden. Att det har blivit så stor skillnad i det visade exemplet beror främst på att det finns rätt mycket berg i området, som måste sprängas. Detta påverkar ju i betydligt högre grad kostnaderna för en konventionell lösning än för lokalt omhändertagande av dagvatten.

Lars Kylefors, K-konsult: Om någon utav dem som skall bygga på dessa tomter ställer krav på att ansluta sitt dagvatten till ledningsnätet, vad säger då kommunen?

Bo Carlstedt: Jag tror inte den möjligheten föreligger, därför att då måste de ställa det kravet innan de förvärvar rätten att bo där och gör de det så blir de väl "refuserade".

Jag förstår frågan och den har en viss udd, emot lagstiftningen framför allt. Det beror ju väldigt mycket på vilka typer av avtal som föreligger, om det är ett exploateringsavtal med en byggherre för hela området eller om det är enskilda byggare som det är frågan om. Jag tror inte att en enskild kan komma någon vart med att ställa sådana krav när kommunen har bestämt sig för att man skall ha LOD-systemet. De som skall bo där blir tvungna att finna sig i kommunens beslut.

Jan Aspengren, Orrje & Co Scandiaconsult: Jag kan nämna att i det här fallet är det en stiftelse som bygger husen. En del skall byggas för försäljning och en del skall byggas för uthyrning. Här gäller ett exploateringsavtal mellan kommunen och stiftelsen.

Evert Winnberg, Halmstads gatukontor: Du hade en figur där Du visade en fiberduk mellan en utjämningsdel och en sedimenteringsdel. Magasinet låg i lös lera. Har det varit några problem med att makadamen tränger in i leran? Kunde man inte haft en fiberduk i botten också?

Bo Carlstedt: Fiberduk i botten kan vara motiverat om man har lös lera som kan tränga upp i magasinet. I det här fallet har vi inte upptäckt några problem med detta. Lös lera är faktiskt inte relevant i vårt exempel. Ritningen är en typritning, där jag har angett lös lera som en förutsättning och i det fallet kan det vara riktigt att man skall lägga en duk emellan för att hindra intryckning. Det kan vara en anmärkning som jag borde angivit.

Lars Ericsson: Anser Du att makadam bör tvättas innan man lägger ned det i magasinet? Jag tänker till exempel på erfarenheter från avloppsinfiltration där man fått igensättningar på grund av att det har varit ganska mycket finmaterial som legat på makadamen. Man har försummat att tvätta makadamen.

Bo Carlstedt: Ja, det där bör man se upp med vid utförandet så att man inte får för mycket finmaterial. Det finns krossmaterial som innehåller filler och det får man inte använda i sådana här sammanhang. Däremot finns det ju normalt en viss mängd sand eller liknande som fäster vid kornen, men det är alltså i så liten omfattning att man normalt inte behöver tvätta makadamen. Däremot bör man se upp med att man okulärt bedömer materialet innan man fyller i det.

Anders Eriksson, AIB: Jag tycker att man får göra skillnad på olika magasin när man ställer krav på tvättning av materialet. I det visade magasinet t ex så har det ju inte så stor betydelse om man har en del finmaterial i makadamen för man har ingen infiltrationsyta i botten på magasinet, inte på sidorna heller. Däremot om man har ett magasin där man verkligen vill utnyttja infiltrationsytorna när dagvattnet kommer in i magasinet och sköljer ner finmaterialet på botten av infiltrationsytan riskerar man en igensättning. Det är lite olika från magasin till magasin.

Bo Carlstedt: Det kan ju ligga någonting i vad Du säger. Jag tror inte att det blir så stor urtvättning av en liten mängd sandmaterial som ligger på stenarna utom just där vattnet faller ner där det kan bli en avtvättning av stenarna. I övriga delar av magasinet kommer sköljningen att bli så långsam att det inte får någon effekt.

Anders Eriksson: Den här fiberduken som ligger mellan utjämningsdelen och sedimentationsdelen, tänkte Du att man med den skulle skilja av något finmaterial mellan de här delarna. Jag förstod inte riktigt meningen med att ha fiberduken.

Bo Carlstedt: Tanken är att man skall ha så lite suspenderat material som möjligt i det vatten som går upp i utjämningsdelen och som sedan skall ut i väggarna av magasinet så att man inte åstadkommer så snabb igensättning av dessa.

Ragnar Sjöstrand, Gatukontoret, Mölndal: Det gällde fiberduken också. Jag undrar om en fiberduk i botten på brunnen, håller för mekanisk påfrestning vid slamsugning eller om man bör göra någon skyddsåtgärd för den?

Bo Carlstedt: Ja, vad som kan hända är väl, om fiberduken ligger löst, att den kan sugas upp samtidigt som man suger upp slammet, men då får man vara beredd att lägga dit en ny efteråt. Om den sitter fast, om den alltså är lagd innan brunnen sätts, då är det ingen risk, för den är såpass stark att den knappast tar någon skada av sugning.

5.4      Diskussion efter föredraget "Aktuell forskning"  
         av Örjan Eriksson

Kjell Gunnerfeldt, VIAK AB, Boden: Om det skall göras försök skall det göras några vid 65 breddgraden ungefär? Vi vet vad tjälning innebär.

Örjan Eriksson: Ja, där har ju Orrje och BPA redan varit inne och jobbat en del. Man har alltså tittat på inverkan av tjäle. De försök som har gjorts hittills visar väl att lokalt omhändertagande av dagvatten fungerar alldeles utmärkt i kallt klimat. Det tål att titta på en stund till, det är möjligt.

Kjell Gunnerfeldt: Ja, så länge inte botten i brunnen är frusen. Vi har ju 2,40 m tjäle i snöfri mark.

5.5      Diskussion efter föredraget "Projektering och byggande. Kostnader" av Runar Andersson

Åke Möller, VBB: Jag skulle vilja få lite synpunkter på underhåll, i de här sista exemplen Du har givit. Hur blir kostnaderna för underhåll under en 20-årsperiod?

Runar Andersson: Jag har blivit ombedd att tala lite om detta, men det är kanske lämpligare att vänta till slutdiskussionen.

Hans Rämsberg, Valdemarsviks kommun: Var lägger man snön vid snöröjning? När man utnyttjar ledningsgraven som perkulationsmagasin, anser man då att dagens täthetskrav för ledningarna räcker?

Runar Andersson: Snö skall läggas på infiltrationsytan. Det är nog det kortaste svar jag kan ge, och jag tror att det är ganska viktigt också. Det är dyrt att bygga en överbyggnad för att lägga snö på och det är dyrt att frakta bort snön. Bo Carlstedt var inne på att vi skulle ta fram ett nytt uttryck: dagsnö, så att vi verkligen uppmärksammar snöns betydelse i dessa sammanhang.

Hans Rämsberg: Då har man alltså en remsa mellan gata - och tomtgräns?

Runar Andersson: Det är en stadsplanefråga Du kommer in på, men den kan livligt diskuteras. Läger man snöupplag på allmän mark på infiltrationsytan, vilket kan medföra underhåll av infiltrationsytan sommartid, eller lägger man den på tomtmark så att respektive fastighetsägare får ta hand om snön. Det skall vi nog inte gå in på nu, för det kan vi hålla på med hela dagen. När det sedan gäller tätheten hos ledningar så vill jag vara den förste att framhålla vikten av att vi bygger täta ledningar. Vi har tyvärr i och för sig sanktionerat att använda ledningar med visst inläckage och det har vi normer för. Självt tycker jag att de där normerna börjar

bli lite tvivelaktiga. Tittar man på tillåten inläckning i betongrör så är den inläckningen tillräcklig för att skapa marksättningar i sättningskänslig lera. Det är ju inte avsikten. Jag tror säkert vi har en betongindustri överhuvudtaget här i landet som gör tätare rör än så. När det gäller plaströrsidan tror jag att kraven är hårdare. Bortsett från den kravsidan så kan man väl säga att vi aldrig kommer ifrån vatten i mark och om vi bygger magasin eller inte så har det ganska liten betydelse om vi tänker på uppehållstiden för vattnet kring ledningen.

Ragnar Sjöstrand: Jag tror inte mycket på att man lägger in snö på enskild tomtmark, speciellt inte om man är tvungen att använda salt som halkbekämpning. Det tror jag definitivt inte på. Risken finns överhuvudtaget att vatten rinner in på privat tomtmark. Då kan man få bekymmer. Men sedan är det dessutom fråga om borttagande av kantstödet, det innebär att man får ett underhåll också i skarven mellan beläggningen och gräsytan som är utanför. Jag tror dock att det kanske finns ett sätt att klara det. Det skulle vara att lägga en betonghålsten som kantstöd, som ligger i plan med asfaltytan och då i alla fall innebär en stödkant. Visserligen kostar detta något men i alla fall hindras inte avrinningen på det viset.

Tibor Ritzl: Jag har två frågor här. Den ena gäller en bild som Du visade på brunnarna. Där plockade Du bort vattenlås och sandfång och menade att dessa är helt onödiga. Jag tycker att Du måste ersätta sandfång och vattenlås med någonting. Du kanske får sätta in ett filter och får då underhåll utav det.

Runar Andersson: Från byggarens synpunkt är det angeläget att komma ner i kostnad. Det finns ju många varianter på lösningar. När Du jobbar med lokalt omhändertagande av dagvatten kommer sannolikt att finnas den varianten att Du ansluter dräneringen till spillvattenledningen, och då måste Du ha vattenlås för att klara luktproblemen. I ett område där Du leder dränvattnet och dagvattnet från takytor till ett magasin finns ingen anledning att ha sandfång eller vattenlås. Dränvattnet för



ju inte med sig några mängder partiklar och takvattnet filtreras genom filter och genom magasinet.

Tibor Ritzl: Till den andra frågan. Du har plockat fram kostnader för småhusområden. Jag är lite tvivlande på att det generellt blir billigare med lokalt omhändertagande av dagvatten. Du har inte tagit upp de geotekniska undersökningar som man måste företa för att överhuvud taget kunna göra infiltrering.

Runar Andersson: Geoteknisk undersökning måste man i och för sig alltid göra. Jag tror att Du tänker på den förundersökning som har pratats om tidigare här. Det är, sett ur anläggningskostnadssynpunkt, så att kostnaden för förundersökningen är en försvinnande liten del. Det kanske rör sig om en procent.

Tibor Ritzl: Det tvivlar jag däremot på. En geoteknisk undersökning för en liten villa eller ett hus kan kosta väl så mycket som hela dagvattenanläggningen.

Runar Andersson: Ja, om Du talar om ett så kallat styckeproducerat hus kan jag hålla med, men om Du pratar om hela bostadsområden är det nog på ett annat sätt.

Leif Andréasson: Det finns väldigt mycket att säga om detta, och Runar Andersson har inte ens hunnit med att belysa de frågor han fått. Vi har anledning att komma tillbaka till detta. Man kan konstatera att de har blivit djärvare nu när de har fått erfarenheter från några anläggningar. I början vågade de inte prata om så stora vinster som de faktiskt talar om nu, när man fått fler erfarenheter. Det är, tycker jag, väldigt uppmuntrande, det som Runar Andersson sade, att han genomgående har funnit att det blir billigare med lokalt omhändertagande av dagvattnet. Även om man nöjer sig med 5 å 10% billigare blir detta en hel del till slut eftersom dagvattenanläggningar är så dyra.

Nu kan det ju hända en del när man ger sig på något nytt. Vi vet inte riktigt vad som händer. Är det värsta som händer att vi får starrgräs på gräsmattorna eller får vi några andra, icke önskade miljöeffekter?

## 5.6 Slutdiskussion

- : Jag skulle vilja fråga Hans Berggren om det i Karlskoga är allmänna ledningar eller om det är gemensamhetsanläggningar för ledningar.

Hans Berggren: Det är allmänna ledningar. Karlskoga kommun har såväl projekterat som byggt den här anläggningen, även om vi har medverkat vid utformningen, även gatorna. Själva gatunätet inne på området är allmän anläggning. Däremot inte matargatorna som går upp igenom.

Roy Börjesson, Kristianstads kommun: Jag skulle vilja få lite belyst om lokalt omhändertagande av dagvatten där man har grundvattentäkter. Det är ju så att i många samhällen är större delen av samhället skyddsområde för grundvattentäkt. Kan man då använda sig av lokalt omhändertagande av dagvatten eller måste man då föra bort dagvattnet till ytvatten? Det har inte klart framgått, tycker jag och vi har lite diskussioner med länsstyrelsen om detta.

Per-Arne Malmquist: Vi vet inte detta ännu. Vi tror att det finns risk för grundvattenförorening på längre sikt.

Leif Andréasson: Jag skulle vilja komplettera det som Per-Arne Malmquist sade i sitt föredrag. Han var faktiskt i sin framställning väldigt negativ med tanke på grundvattnet, men jag vill peka på att man med konventionell hantering av vatten också riskerar att förorena grundvattnet.

Runar Andersson: I den undersökning som vi nu håller på och slutför har vi ju visat de grundvattenföroreningar som det handlar om. Som jag fattar det så innebär lokalt omhändertagande av dagvatten en väldigt liten påverkan ställd mot exempelvis de gällande normer som WHO har för dricksvatten. Du sade i Din redovisning att vi ser en klar påverkan, men Du ställde det aldrig i relation till de faktiska normer vi har när det gäller tungmetaller i dricksvattnet. Det är ju

den relationen vi talar om när det gäller påverkan på grundvattentäkt. Det vore intressant om Du kunde göra en koppling till normerna.

Per-Arne Malmquist: Det är så att Ni har tagit 26 grundvattenprov, i observationsrör nedströms magasinet. Utav dessa 26 prov så hade 6 stycken en blyhalt större än 100 mikrogram per liter vilket ju är WHO:s gräns för dricksvatten. Endast ett prov hade en kopparhalt större än 100 mikrogram per liter och där är gränsen 50 mikrogram per liter. För zink hade kanske hälften eller fler av proven halter över 100 mikrogram per liter, men där är WHO:s gräns betydligt högre. Den ligger väl på några milligram vill jag minnas. I vissa fall ligger alltså tungmetallhalterna över gränserna och jag tror att de kan variera så mycket att det är svårt att säga något generellt.

Peter Balmér, VA-teknik, CTH: Två ting är värda att kommentera i sammanhanget. Först det förhållandet att dagvattnets sammanställning är väldigt avhängigt av vad det är för lokalitet, ute i ett litet samhälle så finner vi nog i allmänhet att dagvattnet är väsentligt mindre förorenat än vad det är i en storstad till exempel. De flesta data som har presenterats har gällt större städer. Sedan har vi talat mycket här idag om ledningar där det läcker in vatten, men när det gäller avloppsvattenledningar så finns det åtskilliga ställen där det läcker ut väsentliga mängder och den föroreningen kan ju vara nog så väsentlig i de här sammanhangen. Påverkan från dagvatteninfiltration måste ställas i relation till detta.

Lars Ericsson: Jag tycker kanske att man skulle ta och belysa även andra joner än klorid här. Om man tänker sig att man sammanför väldigt mycket vatten till låt oss säga en isälvsavlagring som på ett eller annat sätt utnyttjas som ett grundvattenmagasin så kanske men tillför grundvattnet hårdhetsförhöjande joner som kalcium, och det tycker jag nog att man skall beakta och vara lite restriktiv.

Leif Andréasson: Varifrån skulle Du få till exempel kalcium?

Lars Ericsson: Man har kalcium i salter som man använder som vägsalt. På sommaren använder man ju kalciumklorid, även om det inte är så vanligt numera, på grusvägar. På vintern använder vi natriumklorid mestadels, men det är så att man i vägsaltet på vintern har visst kalcium också.

Aspegren, Orrje & Co: Får jag fråga Hällgren om vattendrag och dagvatten. Är det så att man kan beakta dagvattnet enligt vattenlagen. Dagvattnet är ju där betraktat som spillvatten och därmed finns det ju bestämmelser som just handlar om avledning av spillvatten och markvatten, och frågorna om avledning till vattendrag kan då samordnas.

Jan Hällgren: Det är riktigt att frågorna om utdikningsföretag och avloppsföretag kan beröra varandra. Den här frågan har faktiskt kommit upp som kritik på förslaget till ny vattenlag. Man skall, har man sagt, försöka reda ut den frågan tills man skall lägga propositionen, så att man får klarhet i vad som gäller för diknings- och för avloppsföretag. Dagvatten är ju avloppsvatten när det gäller avvattning av mark inom detaljplanerat område, men inte när det gäller avvattning av jordbruksmark osv. Detta är oklara frågor, men man har lovat att försöka klara ut dem i nya vattenlagen.

Leif Andréasson: Där får vi väl inte det fullständiga svaret förrän vi har fått fram lagtexterna. Till dess så får man vara lite försiktig. Man får rätta sig efter nuvarande kunskaper.

Hans Råmsberg, Valdemarsviks kommun: Jan Hällgren talade om VA-lagen och nämnde att inom nya planområden kan man på projekteringsstadiet inte lägga in bestämmelser om lokalt omhändertagande. Jag är av den uppfattningen att enligt VA-lagen så skall man ju fastställa verksamhetsområde för VA-verk och man kan alltså fastställa verksamhetsområde omfattande enbart vatten, enbart vatten och spillvatten, eller annan omfattning. Då bör man kunna fastställa ett verksamhetsområde för vatten och spillvatten exklusive dagvatten och i verksamhetsområdes-

bestämmelserna hänvisa till någon form av planbestämmelser som då anger lokalt omhändertagande. Finns det någon som kan säga om detta är riktigt?

Jan Hällgren: Jag är ingen expert på VA-lagen, men så mycket är riktigt att man kan ha olika verksamhetsområden för spillvatten och dagvatten. Vad jag vet så är det inte speciellt vanligt men just detta finns angivet i förarbetena av departementschefen. Det är så att man uttrycker som ett problem från kommunalt håll att man inte mera bestämt kan påverka fastigheternas dagvattenlösningar i projekteringsstadiet. Det är väl just den bestämmelsen att fastigheterna har möjlighet att utnyttja en VA-anläggning, som kommer in här. Osäkerheten är stor när det gäller den kommunala skyldigheten att dra ledningar. Det är möjligt att det går att lösa som Du anger men jag är inte säker.

Runar Andersson: När det gäller dessa frågor så har man i lagstiftningssammanhang inte haft klart för sig skillnaden mellan inströmnings- och utströmningsområden, utan man har mera sett det så att enskilda fastigheter i glesbebyggelse tarvar inga dagvattenledningar och även inom stadsplanelagt område finns fastigheter som kan klara sig utan, och där har kommunen inte haft anledning att gå in.

Kjell Gunnerfelt: Om jag väljer direkt avledning i ledningar eller infiltrerar eller perkolerar dagvattnet så hamnar det ju i båda fallen till sist i havet och då är det bättre att låta dagvattnet gå omvägen genom marken till havet. Man får ju då en viss behandling av dagvattnet.

Runar Andersson: Vi skall självfallet använda marken för att lagra, rena och transportera där så går. Terrängen har inte resurser ibland och då uppstår utströmningsområden och dess problematik och där kommer ledningar in, men bara då.

Leif Andréasson: Runar Andersson håller alltså med Dig att det är en fördel att använda marken för att ta hand om dag-

vattnet och rena det och låta det gå den omvägen till havet. Det har väl kommit fram idag att lokalt omhändertagande inte är en patentlösning i alla situationer. Vi har en nettoavrinning i det här landet, det rinner av vatten i bäckar, åar och älvar och man kan inte ta hand om allt vattnet lokalt, då kan man riskera översvämningar. Det ligger en viss risk i att driva lokalt omhändertagande av dagvatten för långt, men det hoppas jag att Ni har insett av de anföranden som har hållits idag.

5.7        Driftfrågor  
          av Runar Andersson

Runar Andersson, BPA: När det gäller drift av anläggningar för lokalt omhändertagande så blir det lite annorlunda än för konventionellt duplikatsystem. I och med att vi placerar brunnar i grönytor så fångar grönyterna upp huvuddelen av det material som vattnet löser upp eller som vattnet för med sig från hårdgjorda ytor och det innebär alltså att det blir betydligt längre intervall mellan de tidpunkter då man behöver köra ut med slamsugningsbil och suga brunnarna. Detta gäller också vid volymmagasinet. För vi ner vatten direkt från en gata i ett volymmagasin så har vi där ett väldigt stort sandfång, vi talar om m<sup>3</sup> i stället för om några 10-tals liter, och där får vi alltså sedimenteringsmöjligheter och utrymme som gör att vi även där förlänger intervallet med upp till fyra-fem år. Detta innebär naturligtvis en stor lättnad för driften.

För brunnar i grönytor finns en mängd olika betäckningar att välja mellan, från kupolsida som sticker upp ur marken och som man kör på med gräsklippare t ex, till enkla små silar med små hål. Dessa betäckningar är väldigt lätta att göra rena i samband med att man klipper gräs på en infiltrationsyta. Jag ser alltså ingen direkt merkostnad i att lägga brunnar i en grönyta av den anledningen. En annan fördel med att placera brunnar i grönytor är att de inte sätter igen sig som en brunn gör i körbanan där man har trafiken som packar ihop snön, det blir is och därigenom stopp, medan silbetäckningen under snötäcket eller snövallen alltid är öppen. Snösmältning är någonting som sker långsamt så att smältvattnet letar sig ner i terrängen under snön. Jag blir alltid förbaskad när jag kör bil och kommer i en doserad kurva och kör in i en smältvattenyta. Det beror på att man i snöröjningssammanhang inte har fört undan snön tillräckligt. Då får man den där lilla vattenpölen. Det kan ni själva se när ni åker bil under snösmältningen att när snön ligger på en infiltrationsyta, där har man inte dessa problem.

Dräneringsledningar som är rätt utförda behöver inget underhåll. Har väl marken utbildat sin struktur så är den enormt statisk. Det blir alltså en viss mängd finmaterial i ledningarna precis när man byggt, men sedan fungerar de. Däremot kan man bygga ledningar fel, och då kan man bli tvungen att bygga om eller att rensa dem.

Filterbrunnar under exempelvis ett stuprör. Vi har som regel ordnat det så att vi bygger ett magasin, ett perkolationsmagasin, och så leder vi vattnet från stupröret till magasinet via en filterbrunn. Vi lägger också ett filtermaterial så vi får filtrering på markytan och det innebär att man får rensa vid markytan och inte nere i sandfånget till en dräneringsbrunn som ligger kanske 1,4 m under markytan. Detta är alltså en väldig förenkling.

Gräsytor skall man inte klippa för ofta om man vill ha en hög infiltrationsberedskap. Detta behöver inte alltid sammanfalla med de boendes önskemål om hur man skall ha en gräsyta, eller en golfbaneägares t ex, men i rättvisans namn innebär faktiskt klippning två à tre gånger om sommaren ett lämpligt intervall för underhåll av grönytan.

De problem man kan ha med nedkylning i en ledningsgrav med flera ledningar, bland annat då dagvattenledningar, och de problem med frysningar vi kan få i vattenledningar, de kommer att minska. Antingen tar man ju bort dagvattenledningar eller också så får de vatten från magasinet eller från infiltrationsytor via dränledningar och ledningarna blir då inte luftade på samma sätt. Jämför med ett hus med en dagvattenledning inomhus, den fungerar som en utomordentlig skorsten och kör in oändliga mängder kallluft i dagvattenledningen.

En väldigt viktig punkt är de olika systemens konsekvenser när det gäller omhändertagande av restprodukter, i det här fallet slam av olika slag. När vi infiltrerar och sprider ut



det suspenderade materialet från vägar i omgivande infiltrationsytor så får vi en hög utspädning och om det nu påverkar grundvattenkvaliteten, det skall jag inte gå in på. Men man konstaterar att i samtliga andra fall, om vi leder dagvatten med suspenderat material, med tungmetallhaltigt material till ett spillvattenreningsverk, ja då hamnar tungmetallerna där i dessa slam, och det slammets brukar vi vilja ha ut på åkrarna. Om vi samlar det i volymmagasinet, då har vi slam där att ta hand om och det innebär faktiskt att infiltrations-tekniken är det som man bör tillämpa i första hand. Det tryckte Bo Carlstedt på här också och inte minst då naturligtvis av kostnadsskäl.

Roy Börjesson: Jag måste nog säga att jag inte har samma erfarenheter som Runar Andersson här om t ex längre intervall mellan rensning av sandfång som ansluter till öppna diken och sådana som ansluter till gatubrunnar. Det blir snarare tvärt om, Du får mycket mera sand från infiltrationsytor. Vidare, att lägga snö på infiltrationsytor, dvs på grönytor, betyder att Du tar död på växtligheten. Du får alltså sätta om dem i princip varje år, för saltet i den snön som Du vräker upp på Dina grönytor tar död på växtligheten. Man kan heller inte lägga snön på tomtmark, man får aldrig någon tomtägare att acceptera det. Det är erfarenheter från mitt håll, jag vet inte om andra har andra erfarenheter.

Runar Andersson: Den första frågan; Du sa dike och det kan jag hålla med om. I ett dike har Du alltså materialtransport. Jag pratar alltså inte om diken utan om infiltrationsytor. Gå och titta i en regnvattenbrunn i en lågpunkt som ligger på en infiltrationsyta och mät vattenflödet, och gå samtidigt och titta på en brunn i en terränglågpunkt som tillförs vatten från ett dike eller ifrån hårdgjorda ytor, så får Du se vilken drastisk skillnad det är.

När det gäller salt, jag är inte vattenkemist, men jag vet av våra egna undersökningar, att salt är någonting som löser sig och följer med ner till grundvattnet. Det stannar alltså inte kvar på marken. Det finns växter, stamträd, som är kän-

liga för salt. Det har Du rätt i, men att gräsvegetationen ..., Du kan ju åka mil efter mil efter våra svenska vägar där kommuner och vägförvaltning saltar friskt, men det är grönt ändå! Du säger ju att saltet tar död på växtligheten.

Roy Börjesson: Det är ogräs.

Runar Andersson: Jag är själv boende sedan många, många år omedelbart intill en gata och jag lägger snön från gatan på tomtmark och det fungerar alldeles utmärkt. Jag har alltså både personliga erfarenheter och sedan har jag naturligtvis - jag grundar ju inte detta bara på mina egna direkta erfarenheter - mycket erfarenheter från samarbete med kommunfolk.

C.G. Ekman, Borås: Det är nog så att de flesta av oss här nu, tror att lokalt omhändertagande av dagvatten ger lägre kostnader än det traditionella systemet. Men jag tycker inte att man skall ta med sådana ovidkommande saker som t ex det här med vägbredd, borttagen gångbana eller borttagna kantstenar när man gör kostnadsjämförelser mellan lokalt omhändertagande av dagvatten och det traditionella systemet. Då skulle man lika gärna kunna ta med en kostnadsminskning för ett smalare hus.

Runar Andersson: Om man vill skapa förutsättningar för en trygg gångtrafik, så har vi ju visat att även det kan vi göra och ändå hålla ner, och minska anläggningskostnaderna i jämförelse med konventionellt omhändertagande av dagvattnet.

C.G. Ekman: Det är klart att det är inte många % till eller från, men folk reagerar lite grann mot felaktiga kostnadsberäkningar. Man kan lika gärna lägga gångvägen vid sidan om i det traditionella systemet också. Det är ingenting som har med lokalt omhändertagande av dagvatten att göra i och för sig.

Runar Andersson: Du lägger alltså gångvägen separat och samlar inte vattnet på gångvägen med kantstöd. Då har Du ju tagit steget från det konventionella systemet till det lokala omhändertagningssystemet och det är det vi pratar om.

- : Det är faktiskt så att i varje fall för oss som är kommunalt engagerade här, är det inte alls ovanligt att vi har en gata utan kantsten och utan gångbana och intill den har vi en gångväg liggande. Då kan man väl inte säga att vi har tagit något steg över i och för sig. Vi bara använder oss av de nya regler och råd som finns, de önskemål som finns, att ha separerad trafik så långt som möjligt. Du har så mycket positivt att komma med ändå, Du behöver inte ta med de små kostnader detta gäller.

Leif Andréasson: Detta är ett bra exempel på att när man försöker förändra det existerande, då blir det automatiskt så att det kommer synpunkter av den typ Du nu för fram. Det är svårt att förändra något existerande. Nu syftar vi till någonting som är bättre och därför är det en allmän uppmaning till Er att komma med kritiska synpunkter. Vi skall försöka föra fram dem och få in dem så att man kan bibehålla denna strävan mot någonting bättre och komma dit.

Jag har själv varit utsatt för något liknande en gång, när jag helt blåögt stod och talade om den stora fördelen med öppna diken i stället för dagvattenledningar inne i samhällen, och fick mothåll av planerare som ansåg att det kan man alls inte ha.

Runar Andersson: Den här redovisningen vi har haft idag, den pekar på vissa kostnadsreducerande möjligheter i vårt samhälle. Självfallet kan man då lägga en gångbana på högpunkten av en gata och infiltrera vatten på motsatta sidan men det där är planberoende åtgärder alltihop. Jag är alltså inte negativ mot gångbana som sådan, tvärtom så vill jag, och det är väl en annan forskningsuppgift, skapa mänskliga trafikrelationer i vår närmiljö utan att för den skull ställa undan bilen på ett visst speciellt ställe och sedan gå 300 m.

Ragnar Sjöstrand: LOD-systemet fungerar väl framför allt bra vid källarlösa hus, men jag tror att det är lite svårare att klara om man har hus med källare. Det behöver man kanske inte ha i så stor utsträckning i nya områden, men i äldre områden

kan det vara svårt att utesluta att man lägger allmänna ledningar för dagvatten när man har källare på redan befintliga hus.

Runar Andersson: Bo Carlstedt nämnde tidigare att det är inga bekymmer med källarhuset så länge det ligger över grundvattenytan. Han sa att dränering för ett källarhus kan man mycket väl låta ansluta till en spillvattenservis, det blir så små vattenmängder per år räknat. Det finns ingen anledning att bygga dagvattenledningar för att ta hand om obetydliga mängder vatten varje år. Det här är ett problem som man dels måste relatera till förundersökningen och vad den säger om grundvattennivåer, dels till en stadsplanering där man kanske inte tillåter att bygga källarhus, utan att dessa då lokaliseras där det är möjligt. Det här är väldigt väsentligt om Du pratar om lerområden där vi har sättningsproblem. Bygg en källare ute på en lerslätt och ta konsekvenserna i form av sättningar. Det är inte så särdeles roligt att möta konsumenten när han kommer efter några år och säger att, titta jag har fått bygga på steg här och mina servisledningar har gått av därför att man planerat dåligt. Det här är en ganska viktig fråga, jag tycker det var roligt att Du tog upp den.

Leif Andréasson: Det är väl så nu, att det här LOD-systemet, det leder gärna fram till källarlösa hus. Det kunde vi också se när Hans Berggren redovisade sina ledningar i Karlskoga.

Runar Andersson: Det är inte nödvändigtvis så. Däremot leder LOD-systemet fram till ett behov av att förplanera så att vi hittar markområden där det är lämpligt att utföra hus med källare, likaväl som att vi hittar markområden där det är lämpligt att göra källarlösa hus. Det är ett ansvar som vi VA-tekniker har inom kommunerna, att vägleda byggnadsnämnden och planförfattarna så att de planerar på rätt sätt i detta avseende. De kan inte det här själva utan det är vi som måste ta det ansvaret och vidarebefordra den informationen. Det kan vi inte om vi inte gör förundersökning.

Hans Berggren: Just när det gäller källarhusen är det väldigt viktigt som Runar Andersson sade att man lägger dem där de inte påverkar läggningsdjupen för ledningarna alltför mycket. Man kan också differentiera bebyggelsen så att man säger att källarhusen får ligga där ledningarna redan har, beroende på fall och liknande, ett markdjup så att källarna kan anslutas och att man lägger källarlösa hus i den högre delen och skulle det vara någon person som till varje pris vill ha ett källarhus just i den del som är reserverad för källarlösa hus så finns det ju pumpsystem. Vi har ju det här LPS-systemet som gör att man mycket väl tekniskt kan lösa detta.

Per Wedel: Hur fastställer man vad som är in- och utströmningsområde, det undrar man verkligen.

Leif Andréasson: Detta är alltså frågor som kommer upp, vad finns det nu för svårigheter när man skall planera för lokalt omhändertagande av dagvatten, måste man vända sig till CTH-gruppen eller finns det möjligheter att lära sig det här själv?

Olov Holmstrand: Jag var inne på det där lite grand i min genomgång och Bo Lind var inne på det i sin genomgång från Karlskoga också. Om vi skall börja med hur vi har burit oss åt i Karlskoga, så var där inte så svårt därför att där gjordes en vegetationsinventering och sedan gjorde vi en geohydrologisk inventering separat och parallellt med denna. För den geohydrologiska inventeringen hade vi några få observationspunkter för grundvatten men de räckte i stort sett inte för att göra en strömningsbild, men genom att man då såg att vattnet rann ut i sluttningen, så kunde man mycket väl skissera upp på en karta var utströmningsområdena fanns och genom att då kombinera det med topografin och geologin så fick vi fram, som vi tyckte, en bra bild. Sedan fick vi då en kontroll på detta genom vegetationsinventeringen, där man hade tittat på sådana saker som artfördelning och jordmånens utbildning och det visade sig då att de här två bilderna stämde överens, mycket väl till och med. Man kan väl säga att det till och med finns två metoder att göra det här, som man kan

använda var för sig eller kombinerat. Den ena är att försöka få reda på hur grundvattennivån ligger i området och var man får utströmning av ytvatten, och det är någonting som var och en som arbetar med geohydrologiska frågor bör klara av. Det behövs alltså inte alls en chalmersforskare till det. Den andra möjligheten är då att inventera, eller kartera vegetationen och för att klara av detta så behöver man naturligtvis en botanist men det behöver naturligtvis inte heller vara en forskare. Däremot är det väl så hittills att det inte har varit så vanligt att man kopplat in botanister när det gäller planlägningsfrågor, men det är kanske någonting som man skulle fundera på i större utsträckning.

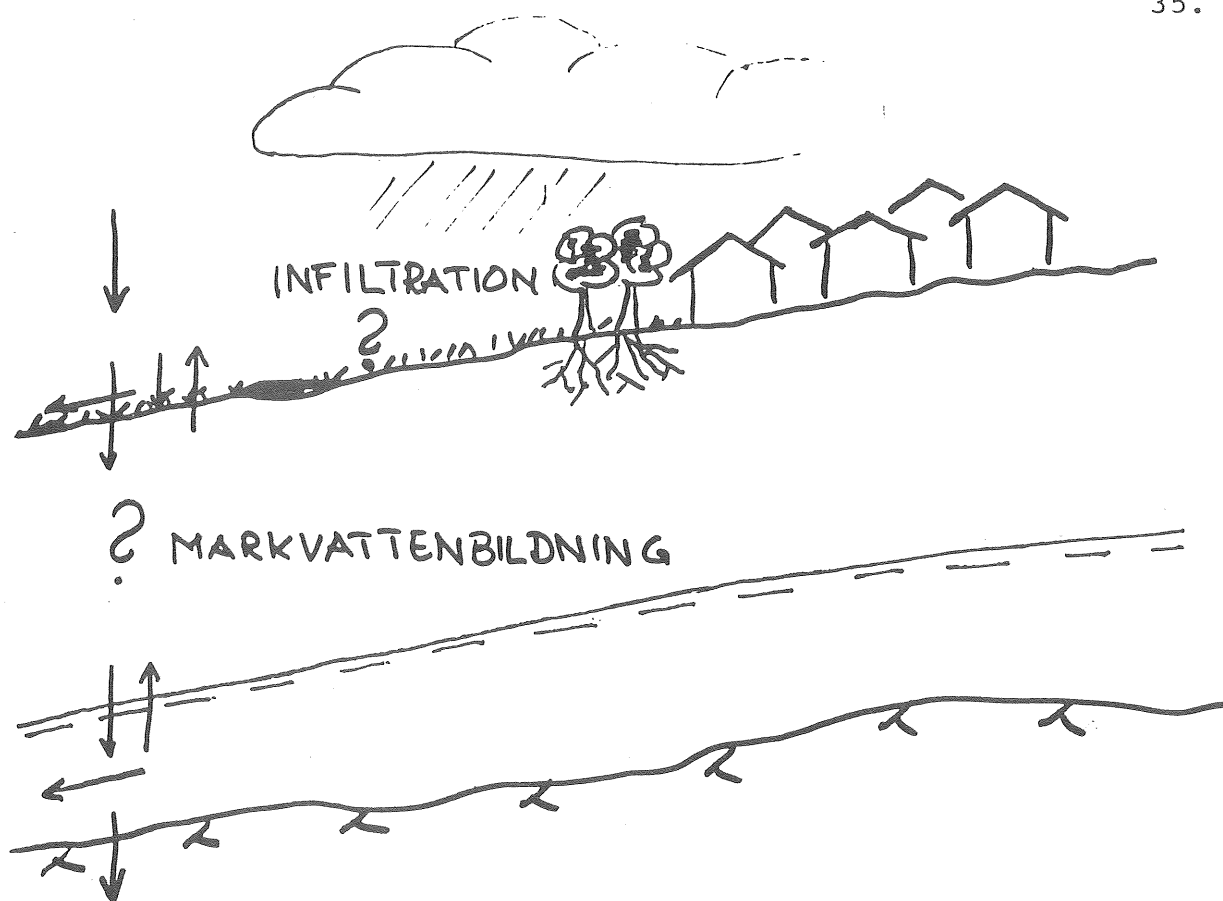
Anders Eriksson, AIB AB, Stockholm: Jag vill bara säga att in- och utströmningsområden varierar också något under året så att man under perioder med högt grundvattenstånd ofta har ett större utströmningsområde än man har under lågt grundvattenstånd. Sedan vill jag för dem som är intresserade tala om att det nyligen har kommit en broschyr från Statens Lantbruksinformation som heter Problemjordar och som talar om hur mycket vatten man kan magasinera i olika jordarter och hur pass strukturstabila olika jordarter är.

Runar Andersson: Med anledning av diskussionen om in- och utströmningsområden skulle jag bara vilja trycka på det väsentliga i dessa undersökningar. Hypotetiskt, om vi har en bebyggelse på en lermark, en befintlig bebyggelse och vill exploatera ett område som ligger intill, på ett inströmningsområde, då måste vi noga avväga hur grundvattentillförseln till lerområdet sker. Bygger vi uppe på ett inströmningsområde och tar bort dagvattnet där då minskar alltså grundvattenbildningen som regel under en intilliggande lerslätt och vi får alltså en grundvattenminskning. Då ställer vi till problem för den befintliga bebyggelsen där nere. Detta är sådant som händer i väldigt stor utsträckning i vårt land. Det får förskräckliga konsekvenser. Det drabbar ju väldigt mycket enskilda människor.

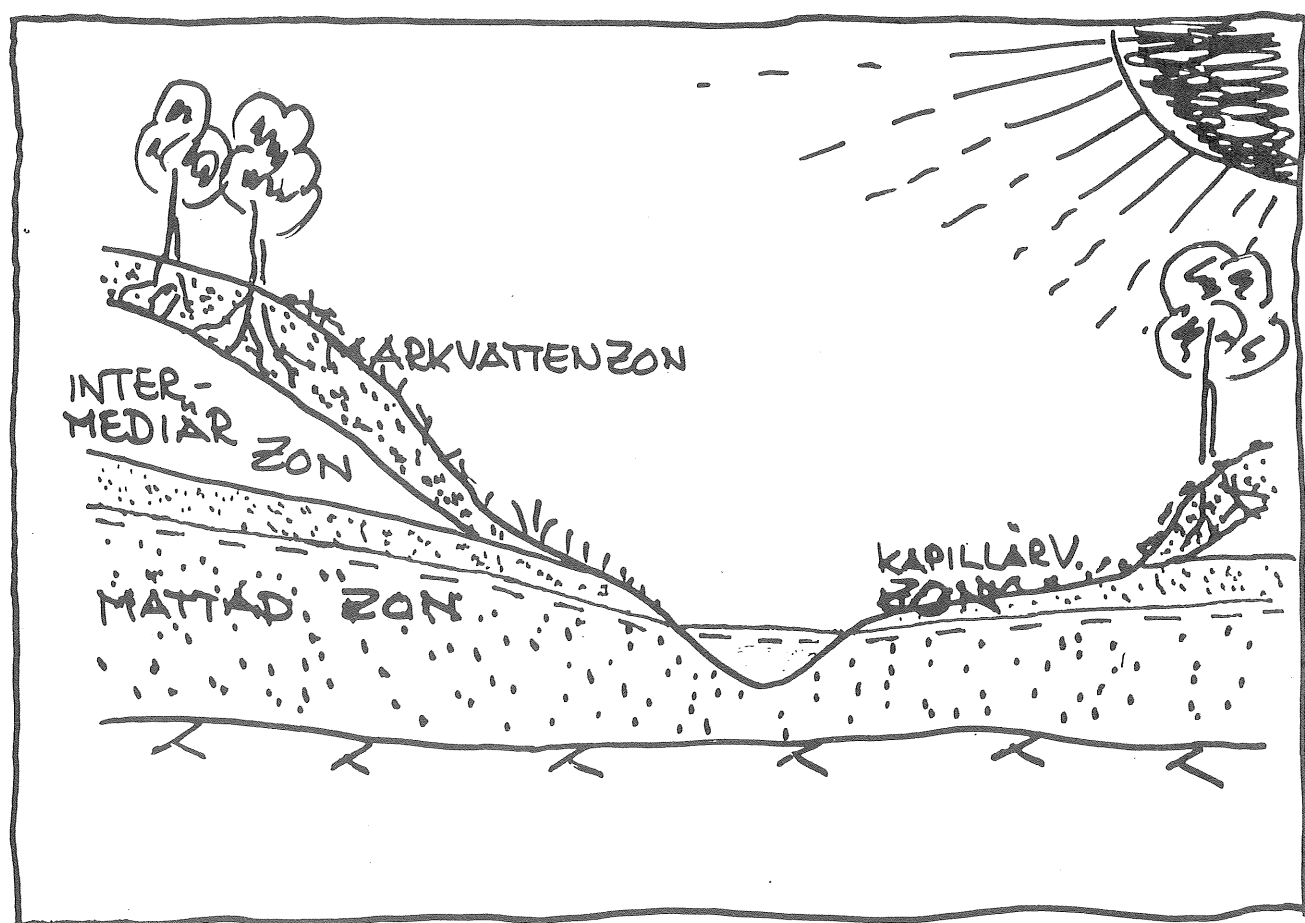
Till Er från kommunerna här idag, skulle jag vilja trycka på vikten av att utföra förundersökningar i god tid, det är billigt och enkelt att sätta ner grundvattenrör och låta erfarna geohydrologer göra utvärderingar av de tilltänkta exploateringsområdena. Ta framför allt hänsyn till befintlig bebyggelse som finns på våra sättningskänsliga lerområden idag. Då klarar vi oss alltså undan många miljoner i onödiga investeringar.

Leif Andréasson: Vi har fått en bild av den verksamhet som har bedrivits och de resultat man har nått fram till när det gäller lokalt omhändertagande av dagvatten. Vi kan konstatera att alla problem inte är lösta och att det finns ett skisserat behov av forskning. För närvarande kan det vara vettigt att ta den kunskap som finns, vi behöver lite tid kanske, men i stort sett så har vi en del kunskap för att gå ut och pröva och tillämpa lokalt omhändertagande av dagvatten. Ytterligare kunskap får komma till, så att vi kan komplettera bilden av forskningsbehovet och sedan om några år ta en ny satsning, men nu är det nog i stort sett så som Örjan Eriksson, BFR, sa vi har nått upp till en viss plattform där vi kan pröva hur lokalt omhändertagande av dagvatten fungerar i praktiken. Vi är inte helt färdiga, vi har inte alla bitar, vi har inte lagarna t ex, men vi kan skaffa mera erfarenheter. Sedan vill jag nämna att de som har organiserat det här seminariet är Geohydrologiska forskningsgruppen på Chalmers och jag tycker att vi skall tacka dem och alla föredragshållare som har engagerat sig under den här dagen.

Tack så mycket för uppmärksamheten, mina damer och herrar.

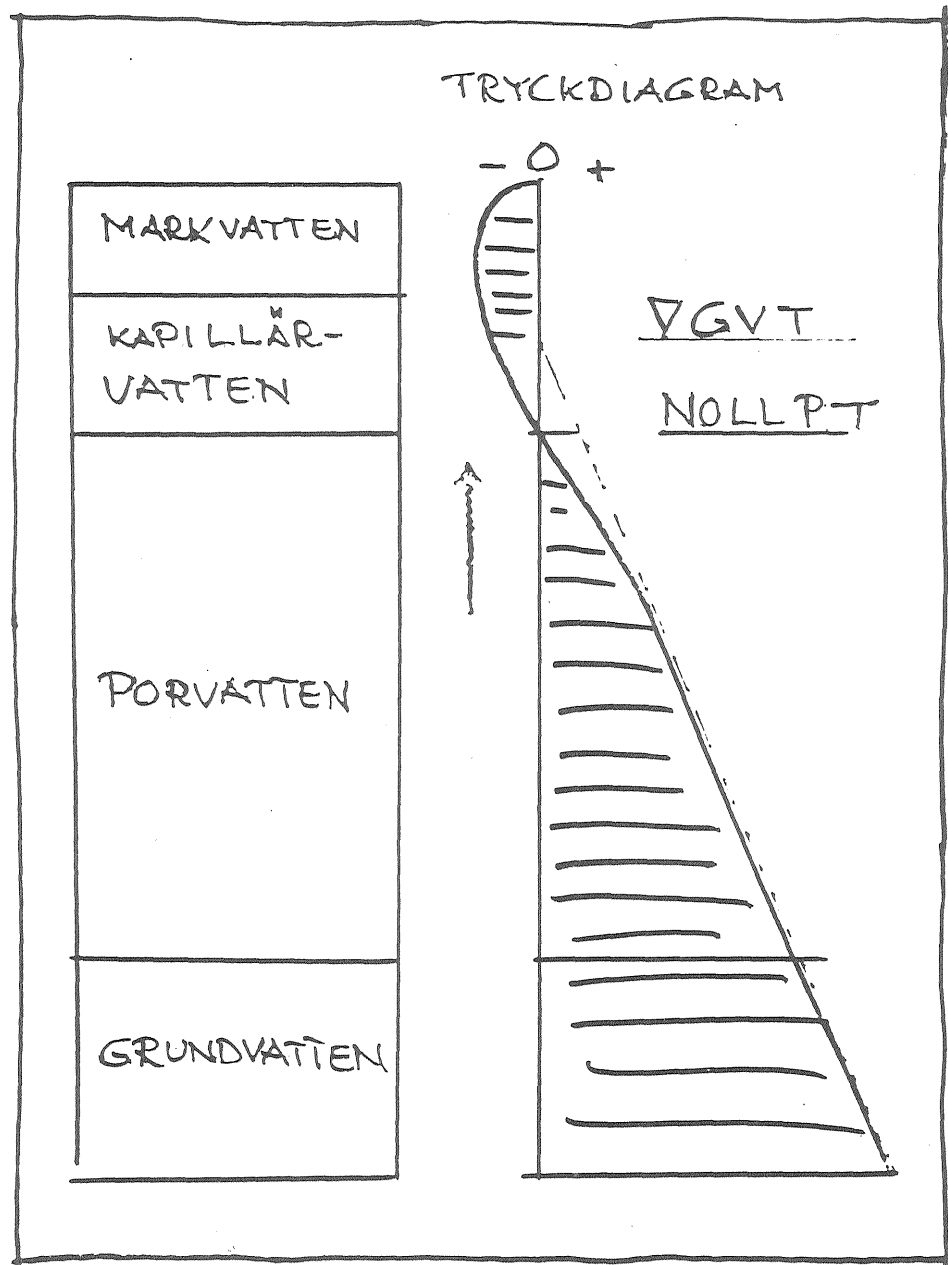


Figur 1.1 Huvudsakliga frågeställningar vid lokalt omhändertagande av dagvatten.

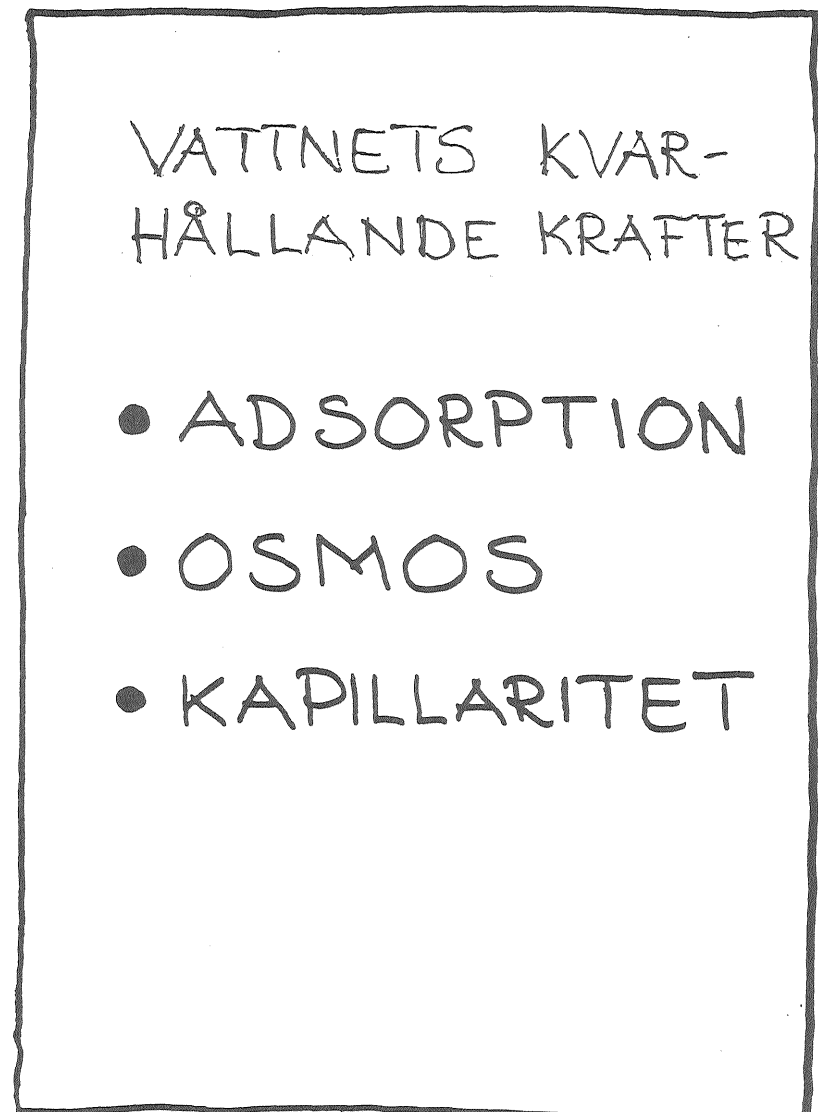


Figur 1.2 Olika varianter av den omättade zonen.

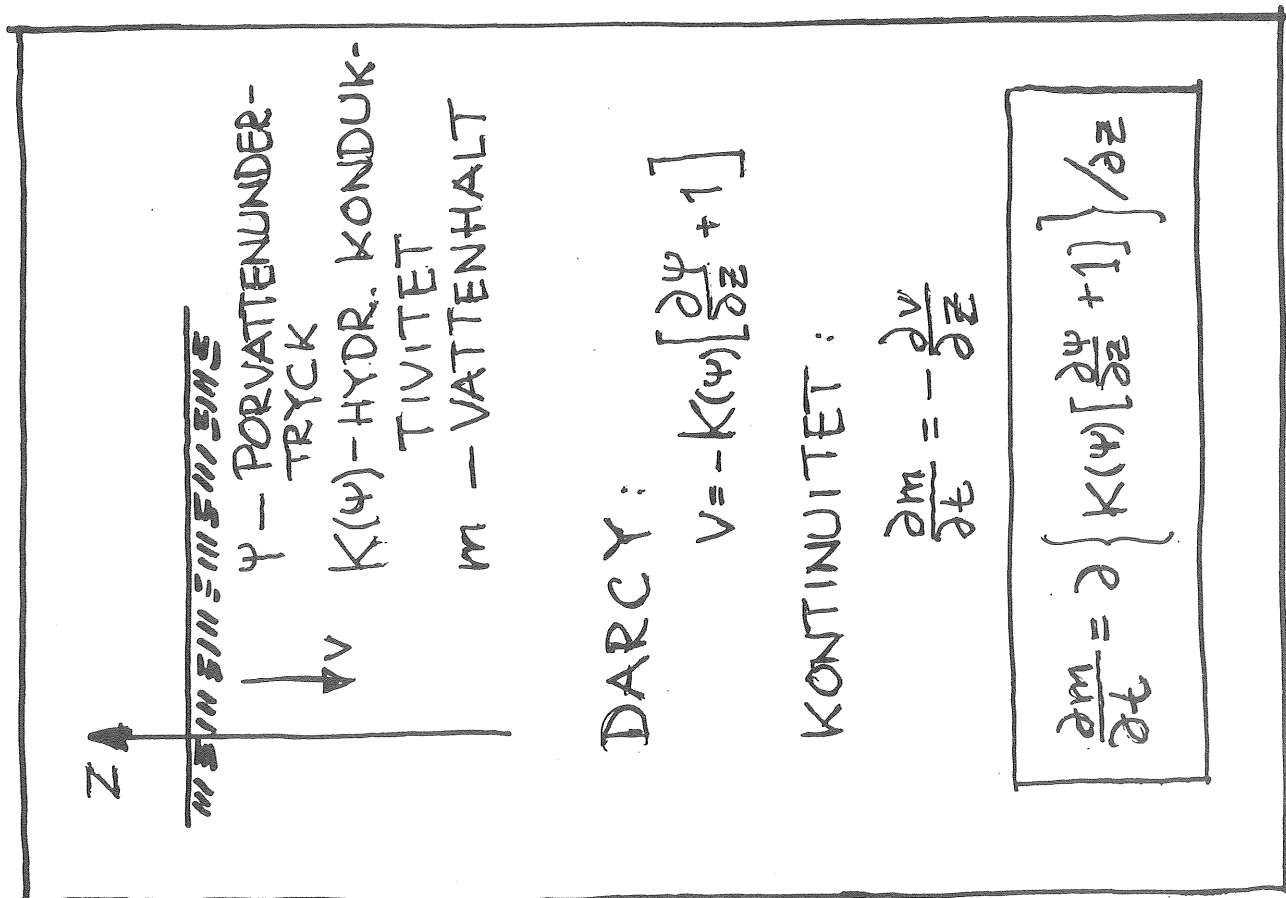




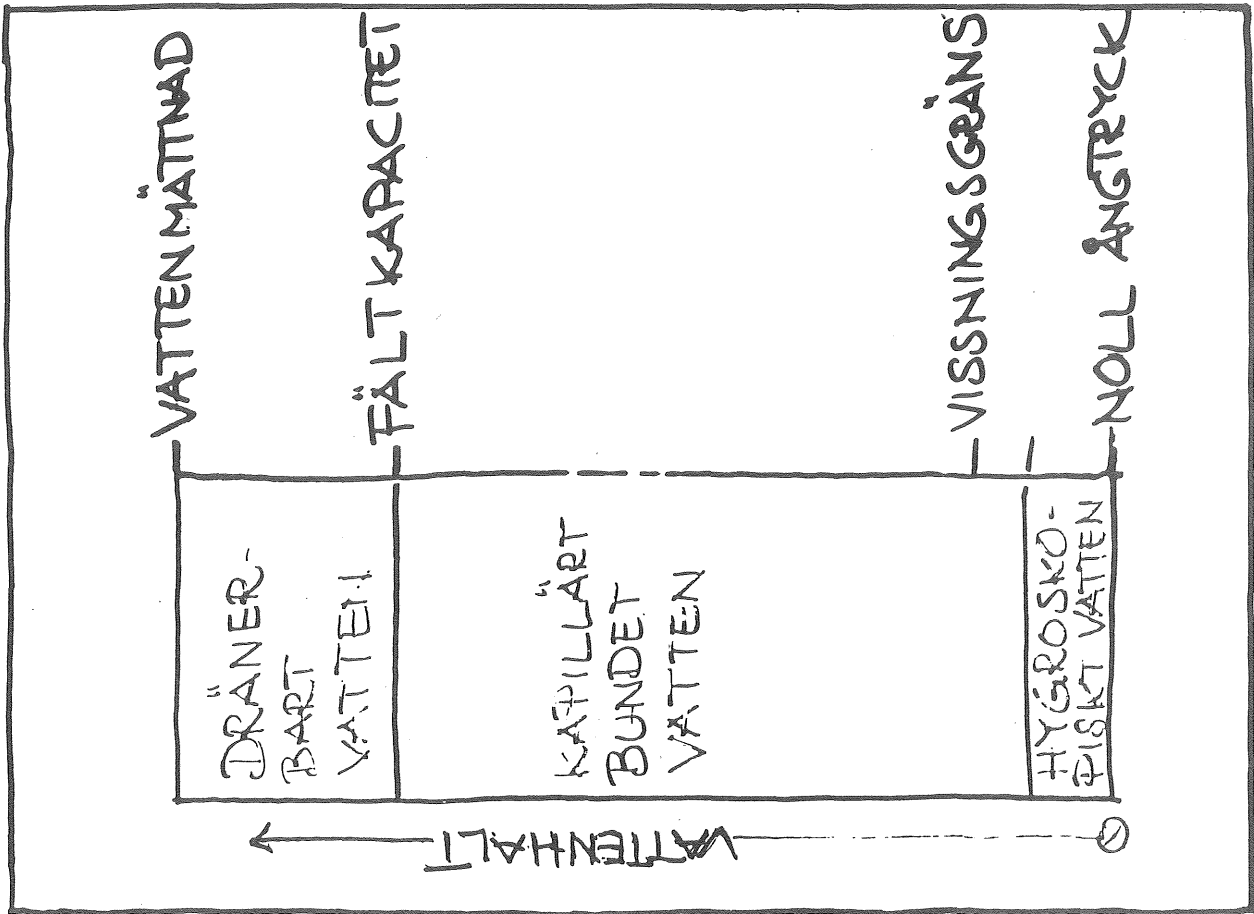
Figur 1.3 LOD-frågeställningar även vid slutna grundvattenförhållanden



Figur 1.4 Vattnets kvarhållande krafter.

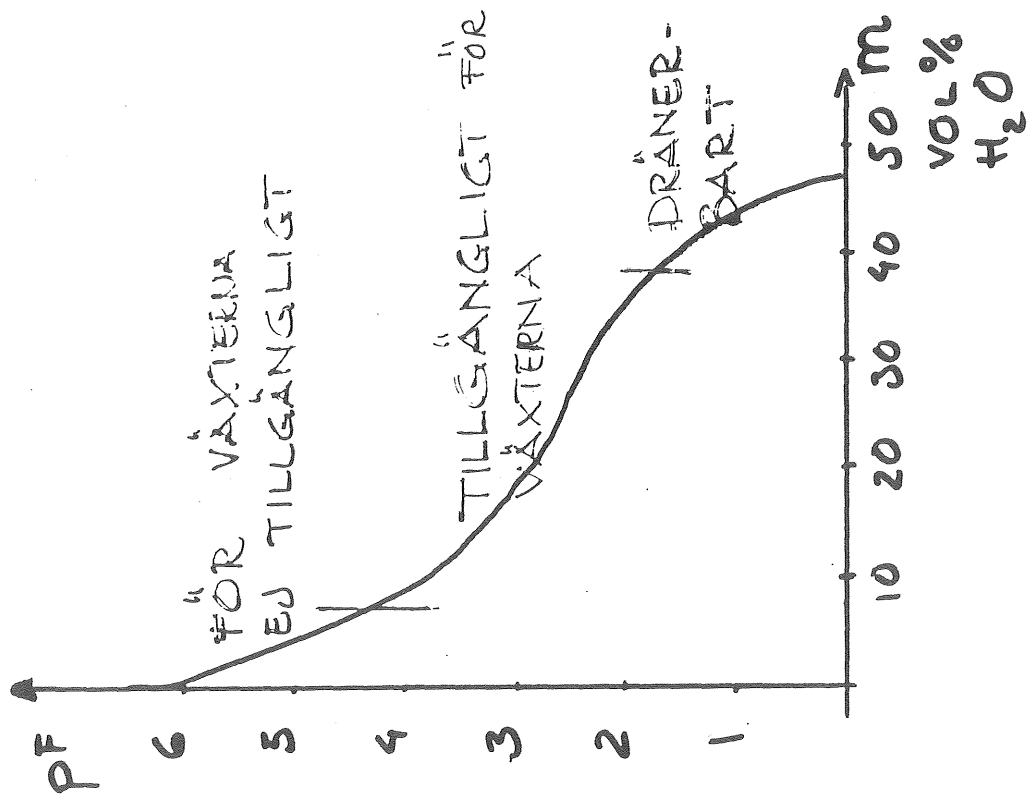


Figur 1.5 Flödesekvationer för omättat endimensionellt flöde.



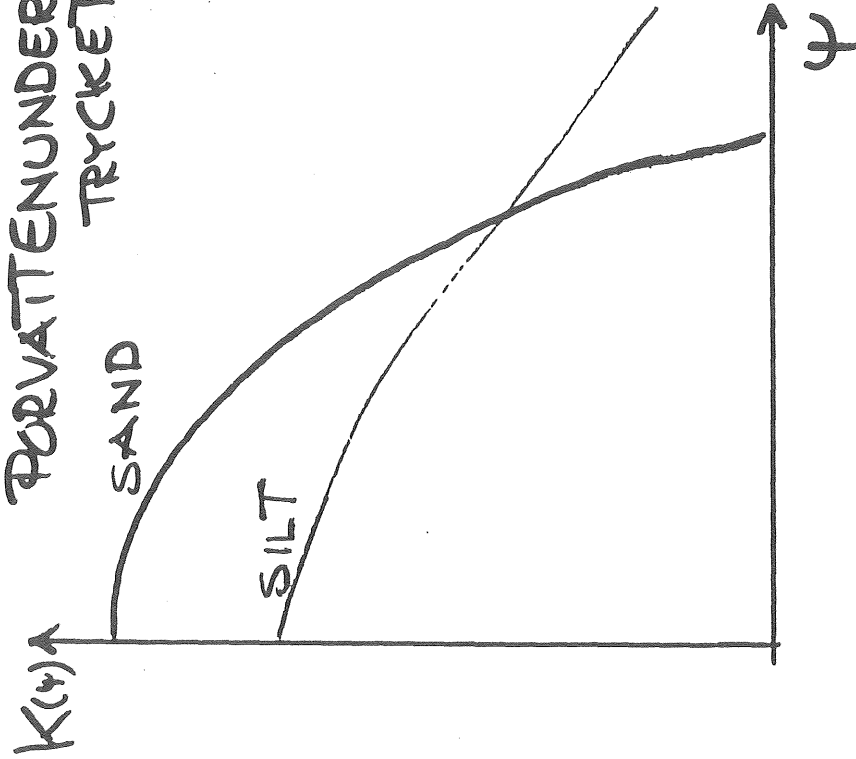
Figur 1.6 Vattnets förekomst i ett jordprov.

# $\psi = f(m)$ PF-DIAGRAM



Figur 1.7 Porvattenundertrycket som funktion av vattenhalten.

# HYDRAULISK KOND. SOM FUNKTION AV PORVATTENUNDER- TRYCKET



Figur 1.8 Hydraulisk konduktivitet som funktion av porvattenundertrycket.

$$K = k \cdot \frac{g}{\nu} = C \cdot d^2 \cdot \frac{g}{\nu}$$

$\nu$  = kinematiska viskositeten

$$\nu = \frac{1,78}{1 + 0,0387t + 2,2 \cdot 10^{-4}t^2} \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

Figur 1.9 Den hydrauliska konduktiviteten beror även av temperaturen (dvs viskositeten).

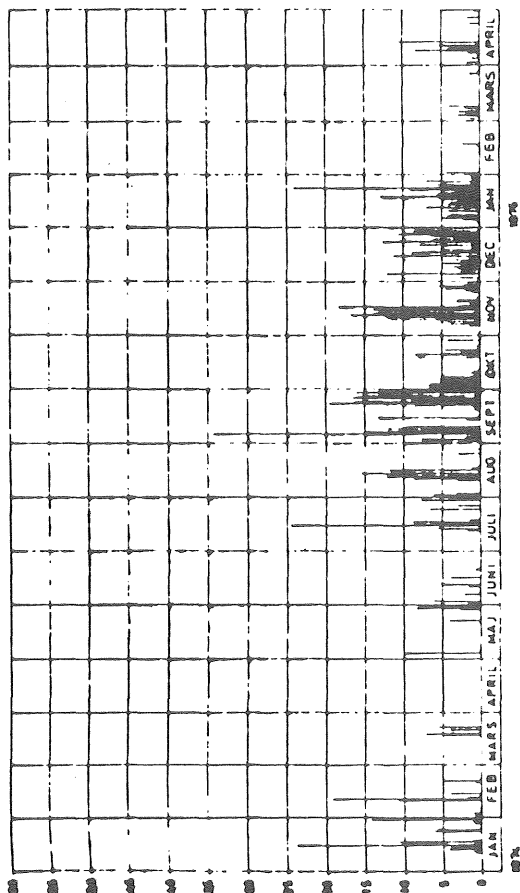
“CENTRALA” PARA-  
METRAR :

- VATTENHALT
- HYDRAULISK  
KONDUKTIVITI-  
TET

Figur 1.10 Centrala parametrar.

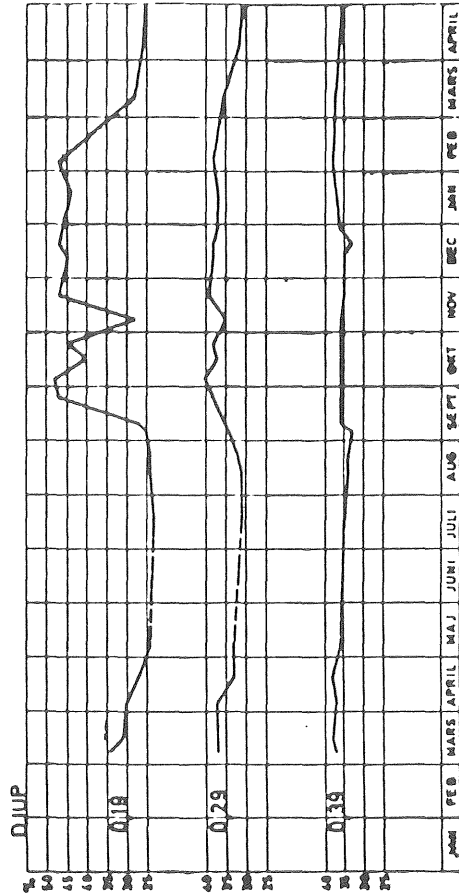
# DYGNSNEDERBÖRD

mm / dygn



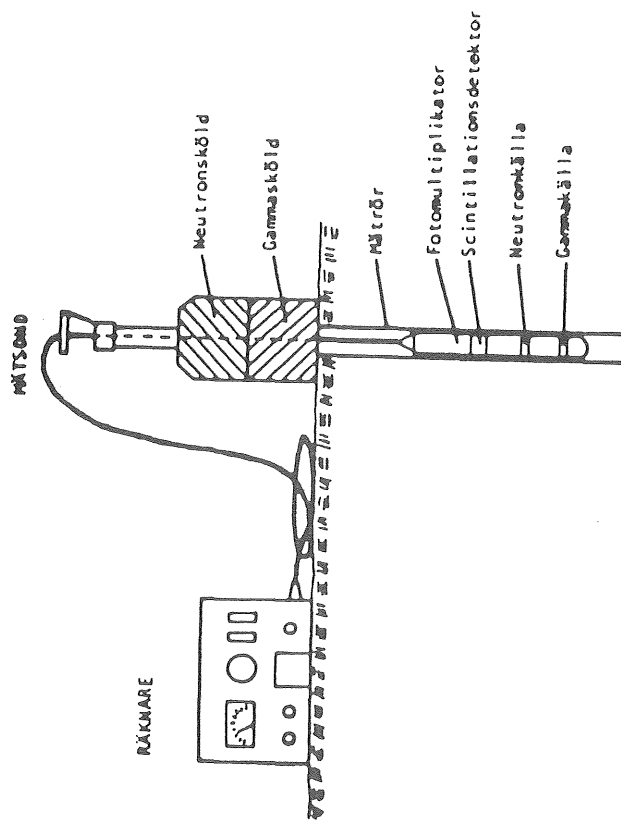
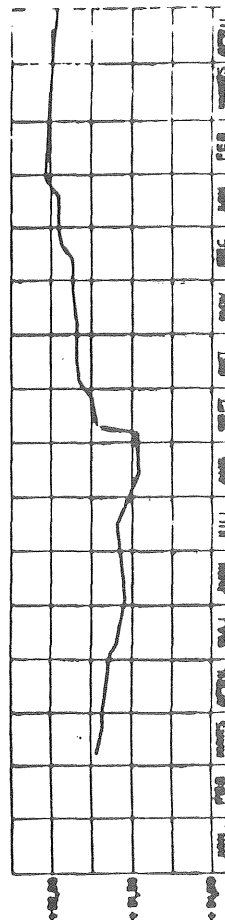
# MARKVATTENHALT VID OLIKA MARKDJUP

(MARKVÄTA 32.43)



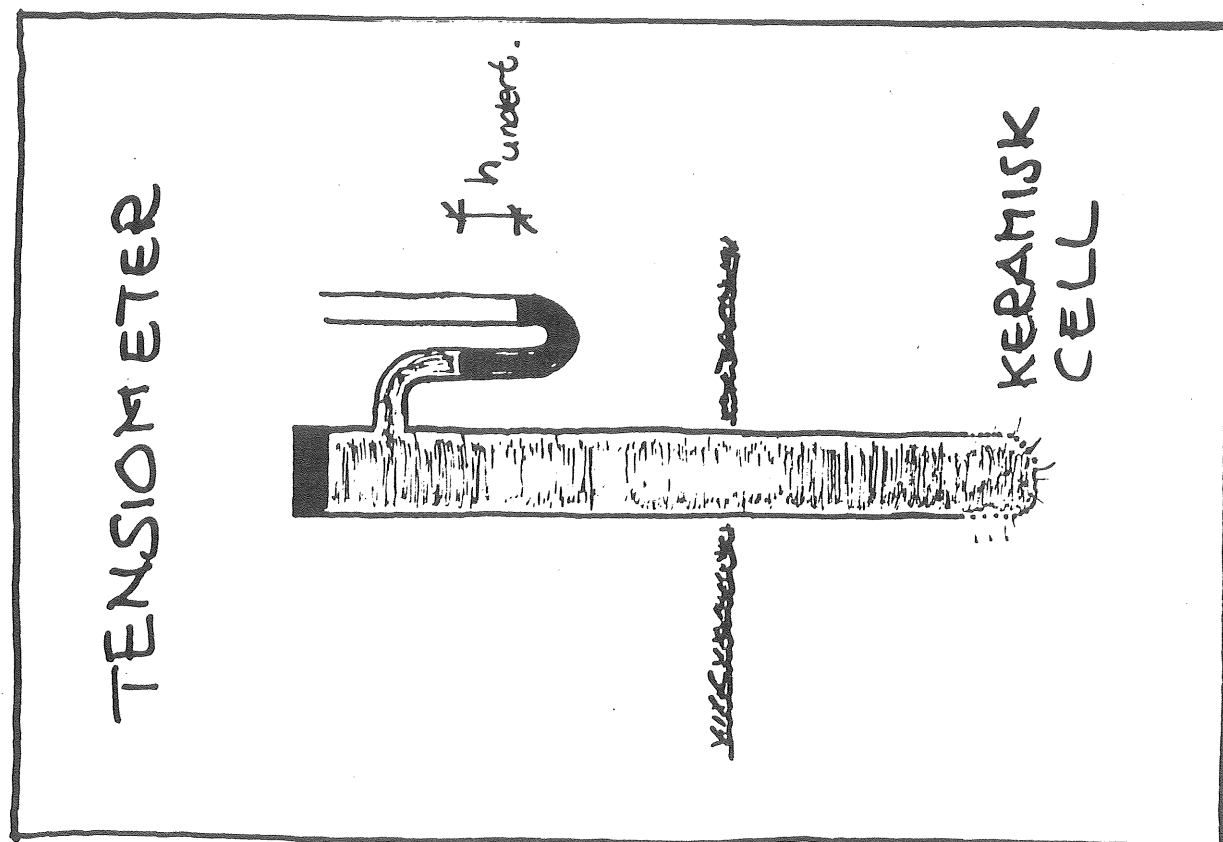
# GRUNDVATTENNIVÅ

40.

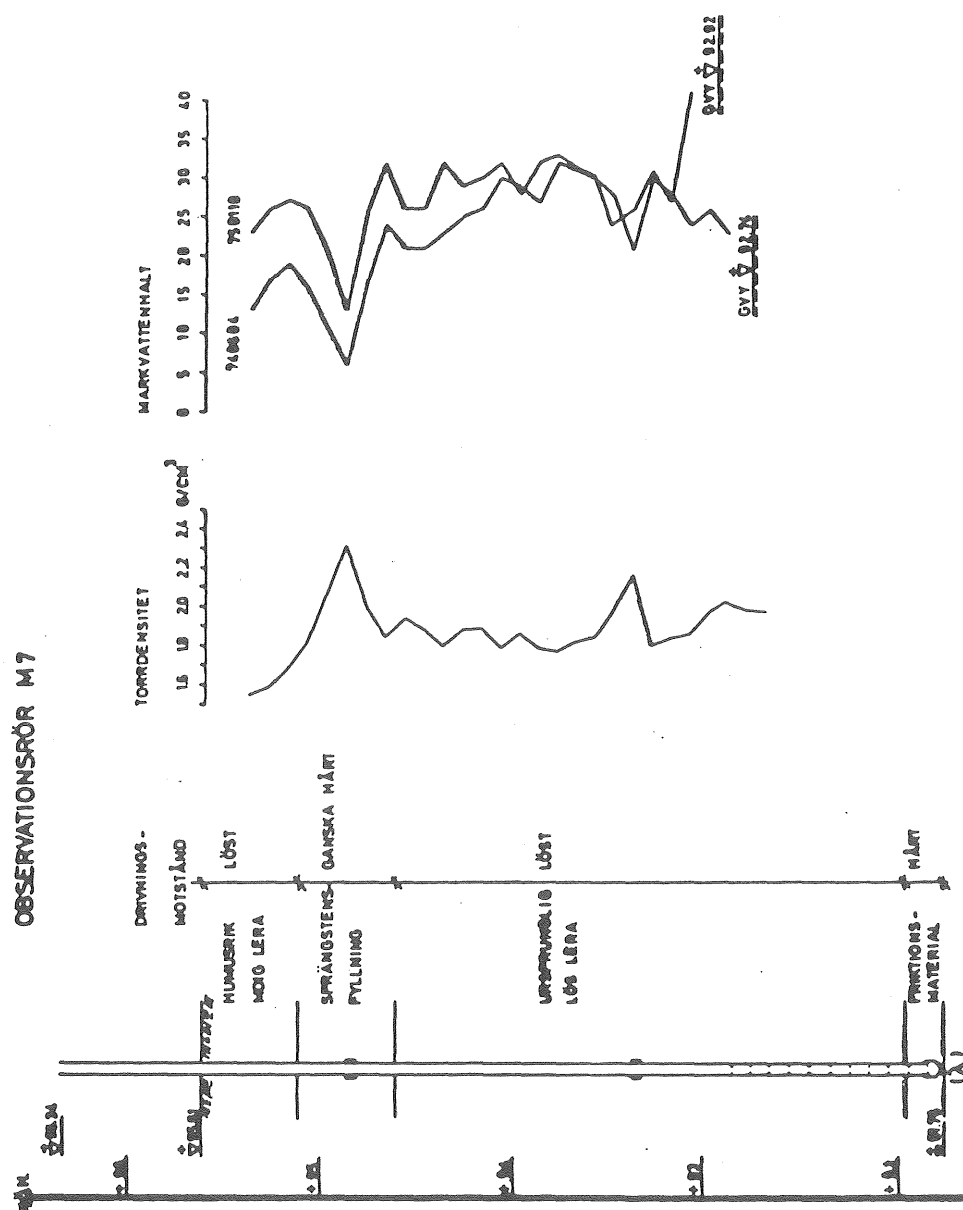


Figur 1.11. Radiometrisk mätmetod.

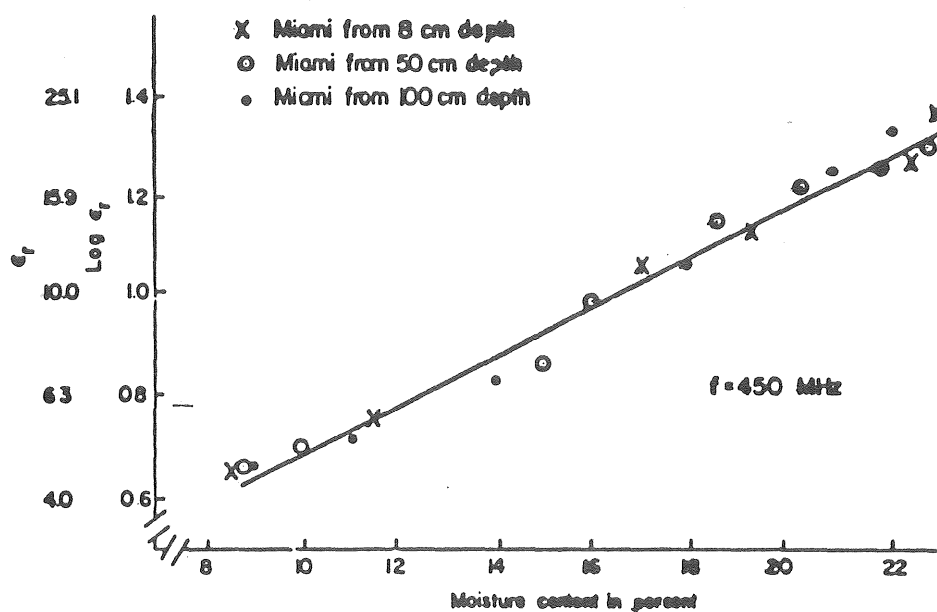
Figur 1.12 Exempel på registreringar.



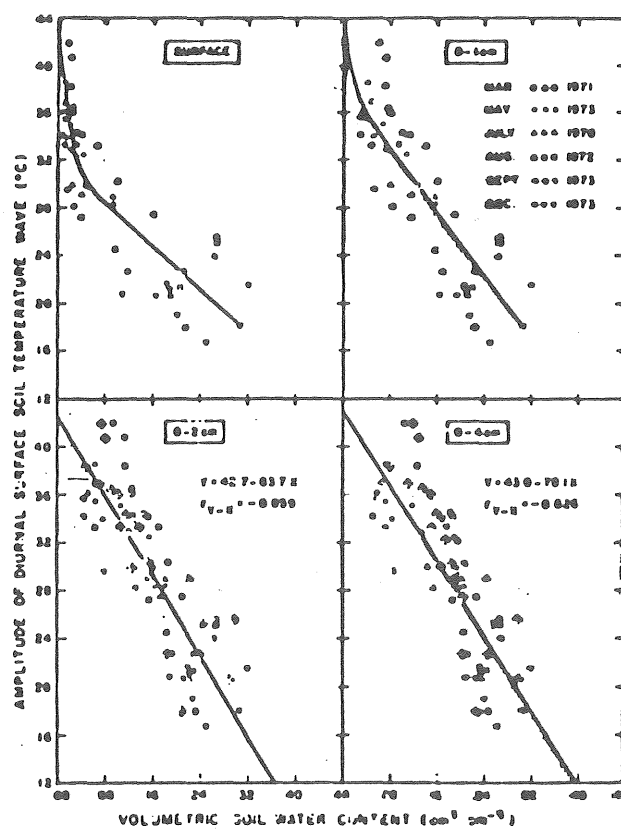
Figur 1.14 En tensiometer mäter porvatten-  
undertrycket.



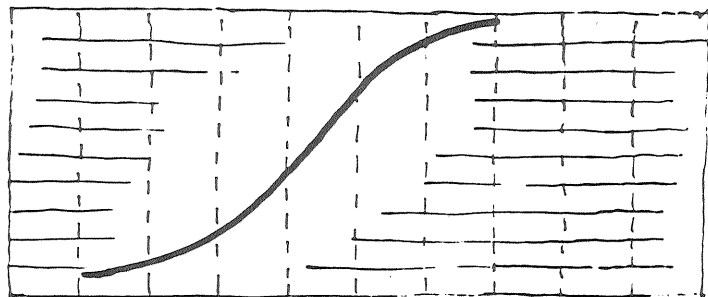
Figur 1.13 Exempel på registreringar.



Figur 1.15 Dielektricitetskonstanten som funktion av vattenhalten.

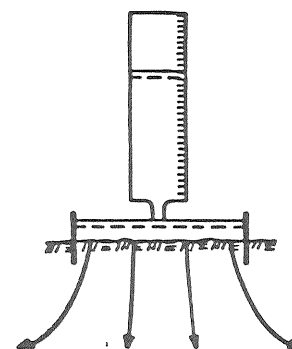
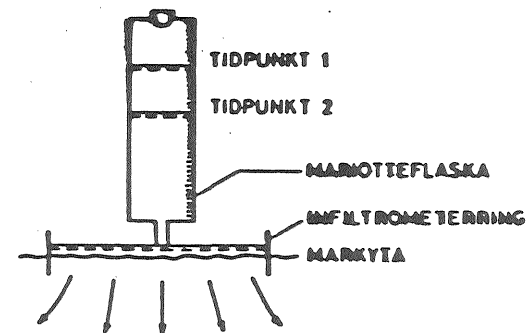


Figur 1.16. Albedon är ett mått på vattenhalt.

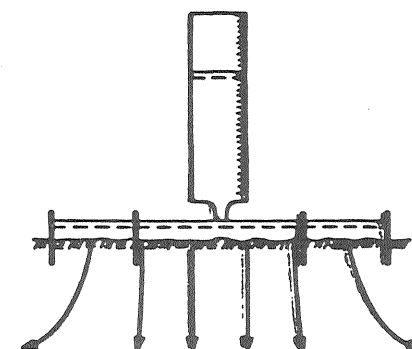


- HAZEN
- FAIR & HATCH
- ERNST

Figur 1.17 Empiriska formler från siktkurvor som anger den hydrauliska konduktiviteten.



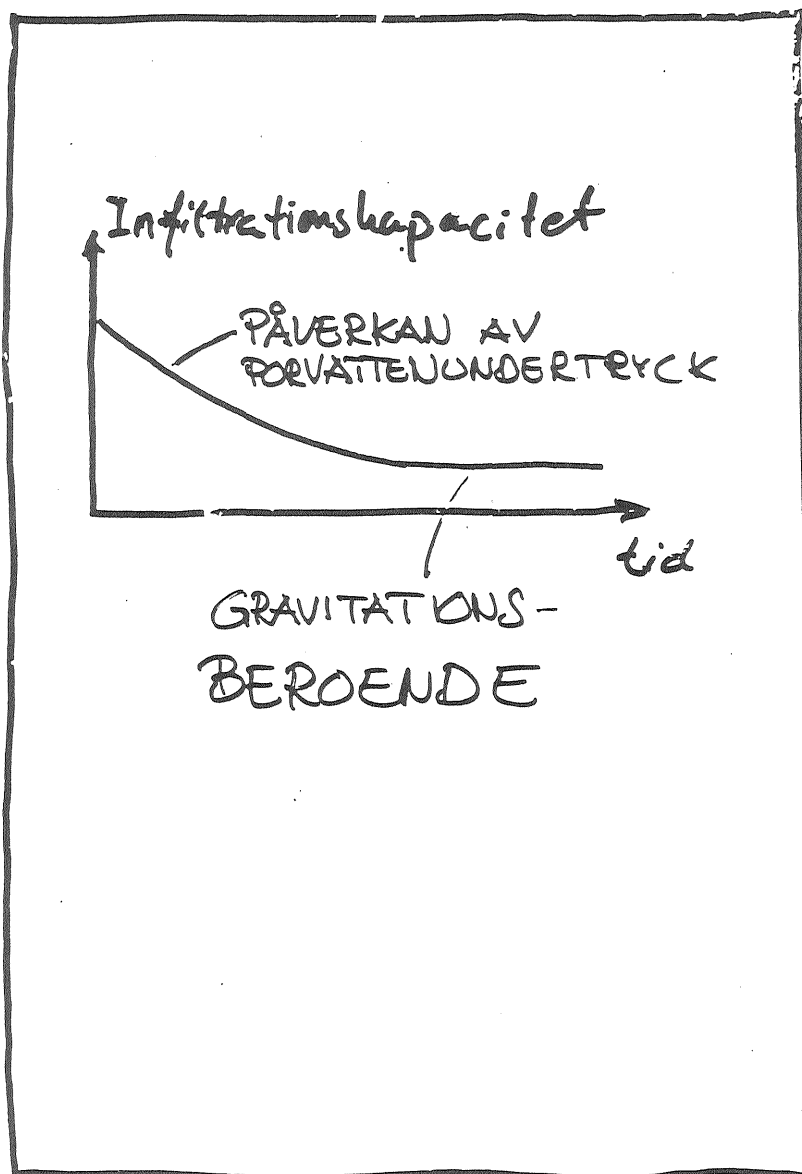
INFILTRATIONSMÄTNING  
MED ENKELRING.



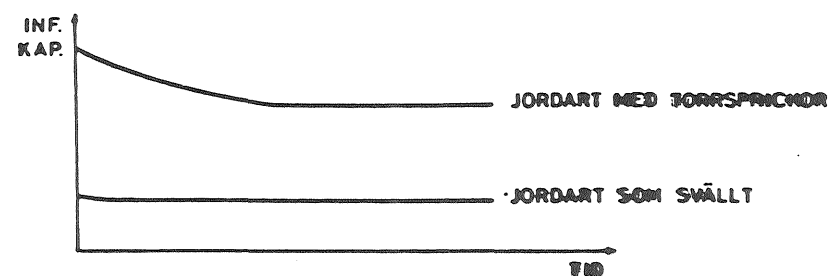
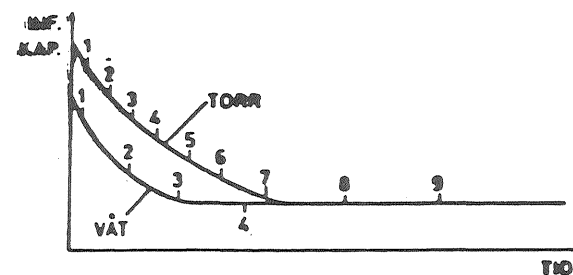
KALIBRERING FÖR ATT ERHÅLLA  
VERTIKALT FLÖDE I RINGEN  
DÄR MÄTNING SKER.

Figur 1.18 Infiltrometermätning.

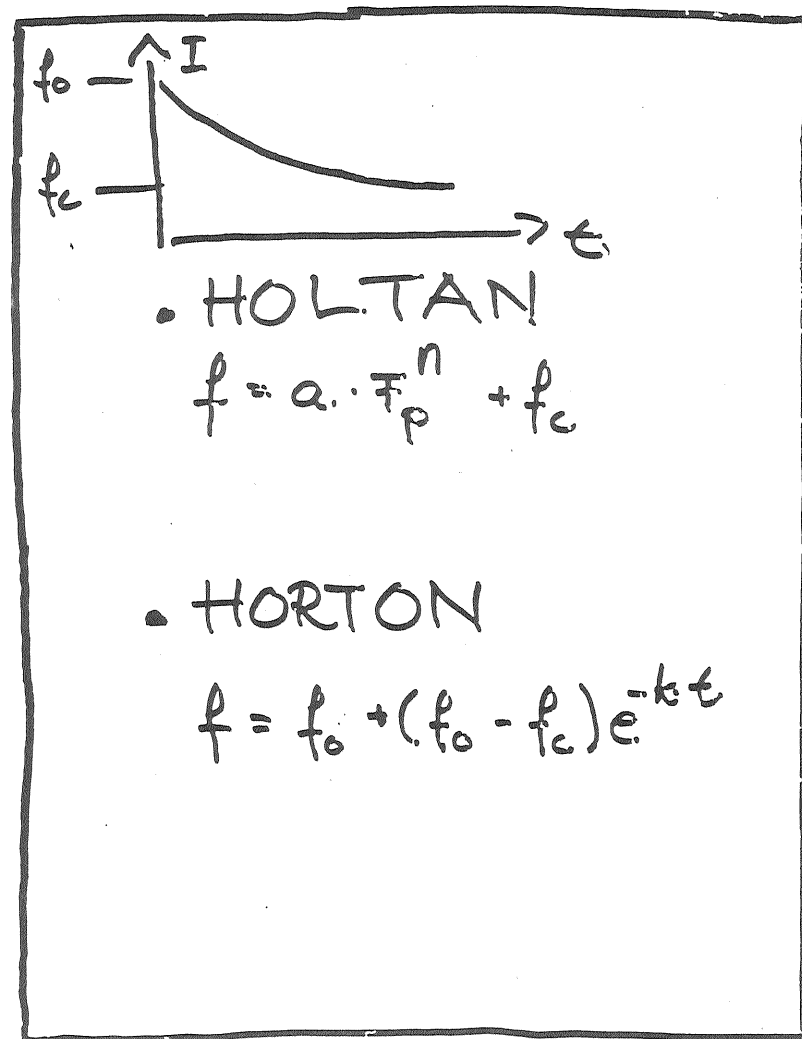




Figur 1.19 Infiltrationskapaciteten avtar med tiden.



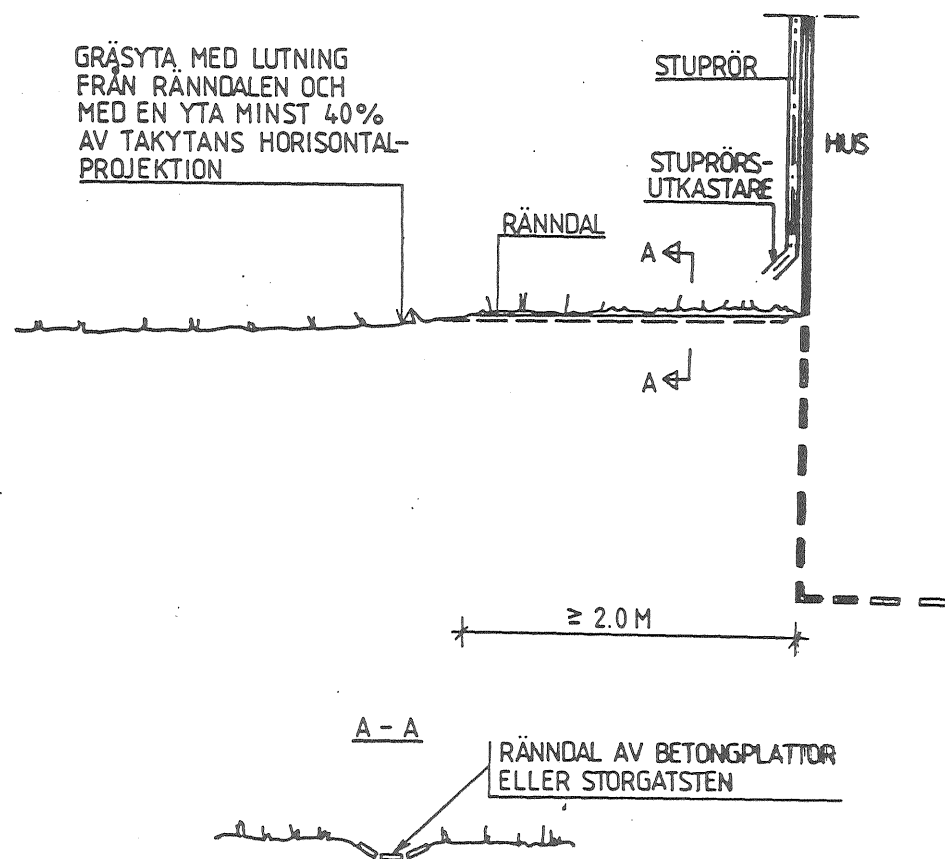
Figur 1.20 Infiltrationskapaciteten vid torr, våt jordart. Säsongsvariationer på grund av svällning.



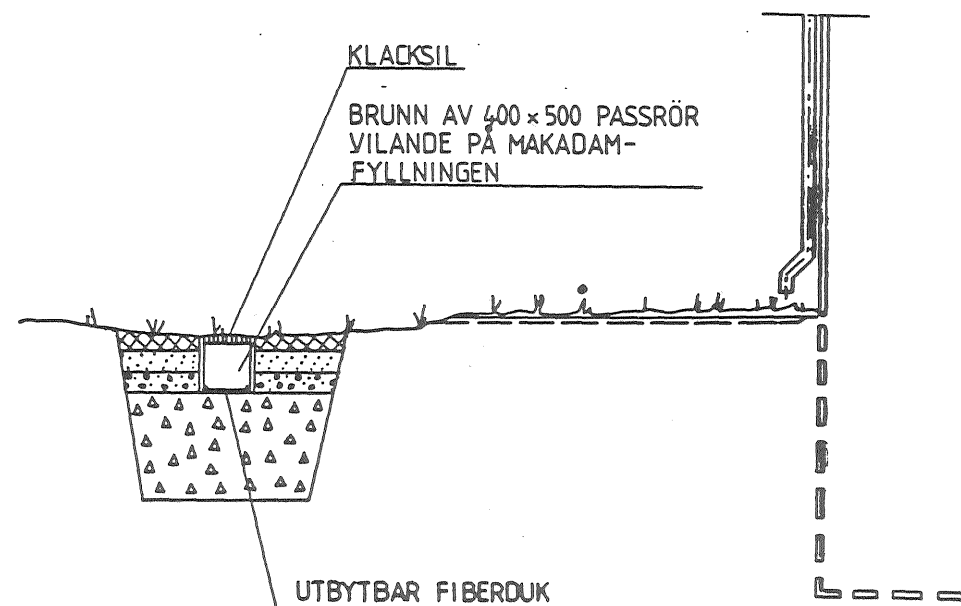
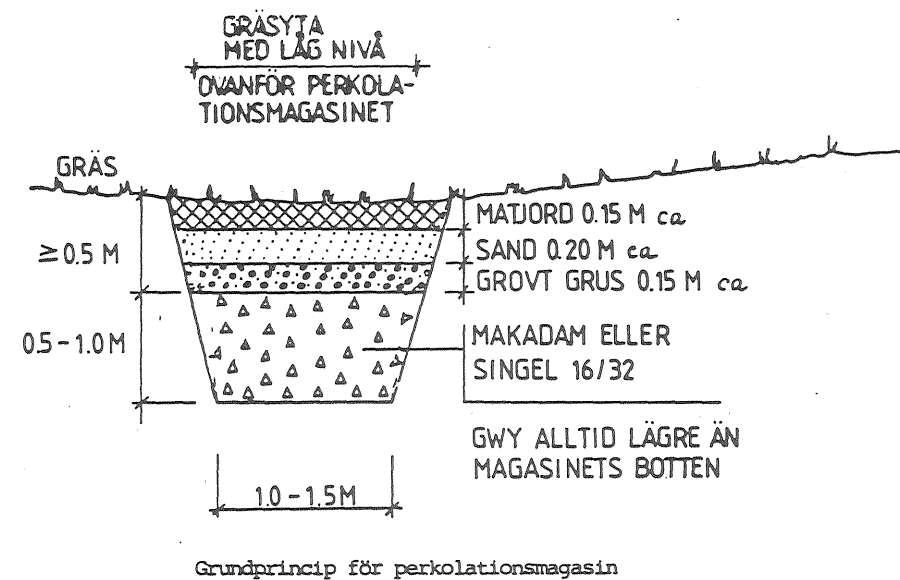
Figur 1.23 Infiltrationsförlopp med hjälp av hydrologiska infiltrationsmetoder.

ENKLA, PRAKTISKA,  
YTGENERALISERANDE  
MÄTMETODER I  
FÄLT.

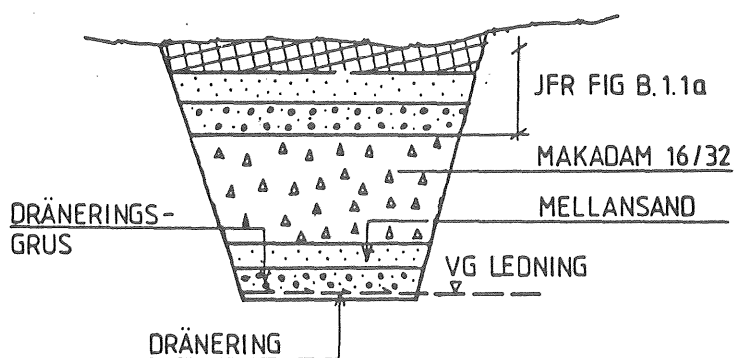
Figur 1.24 Målsättning för mätmetoder som bör anpassas till lokalt omhändertagande av dagvatten.



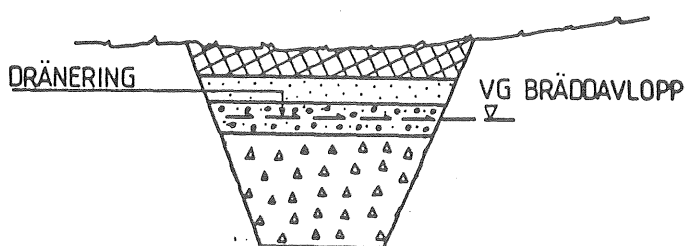
Figur 2.1 Infiltration på vegetationsyta.



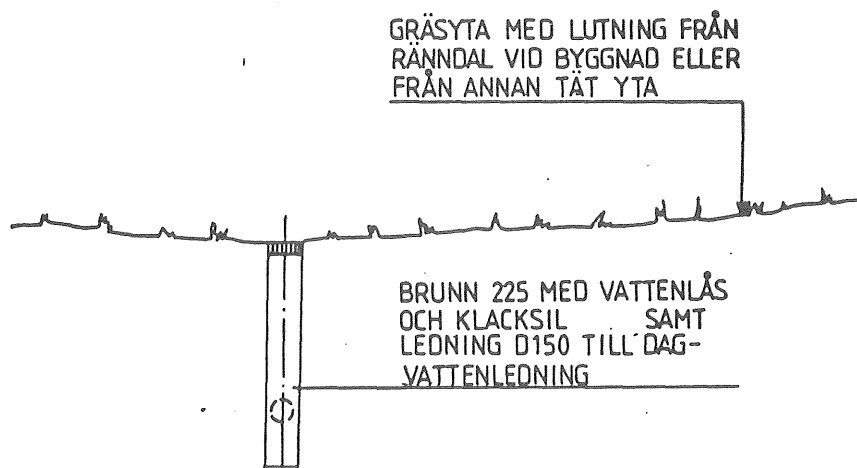
Figur 2.2 Perkolationsmagasin med mottagningsbrunn.



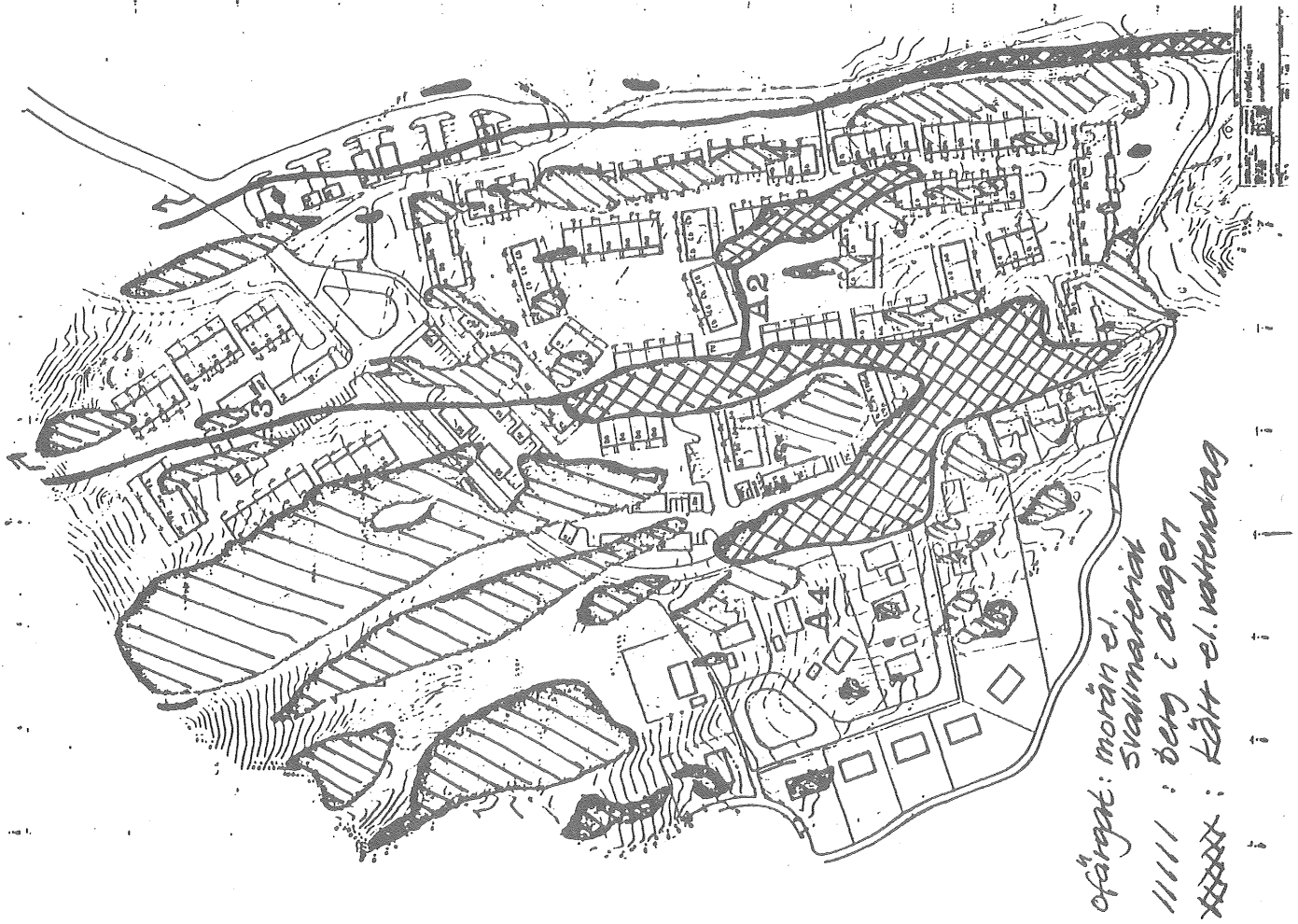
Figur 2.3 Dräneringsmagasin.



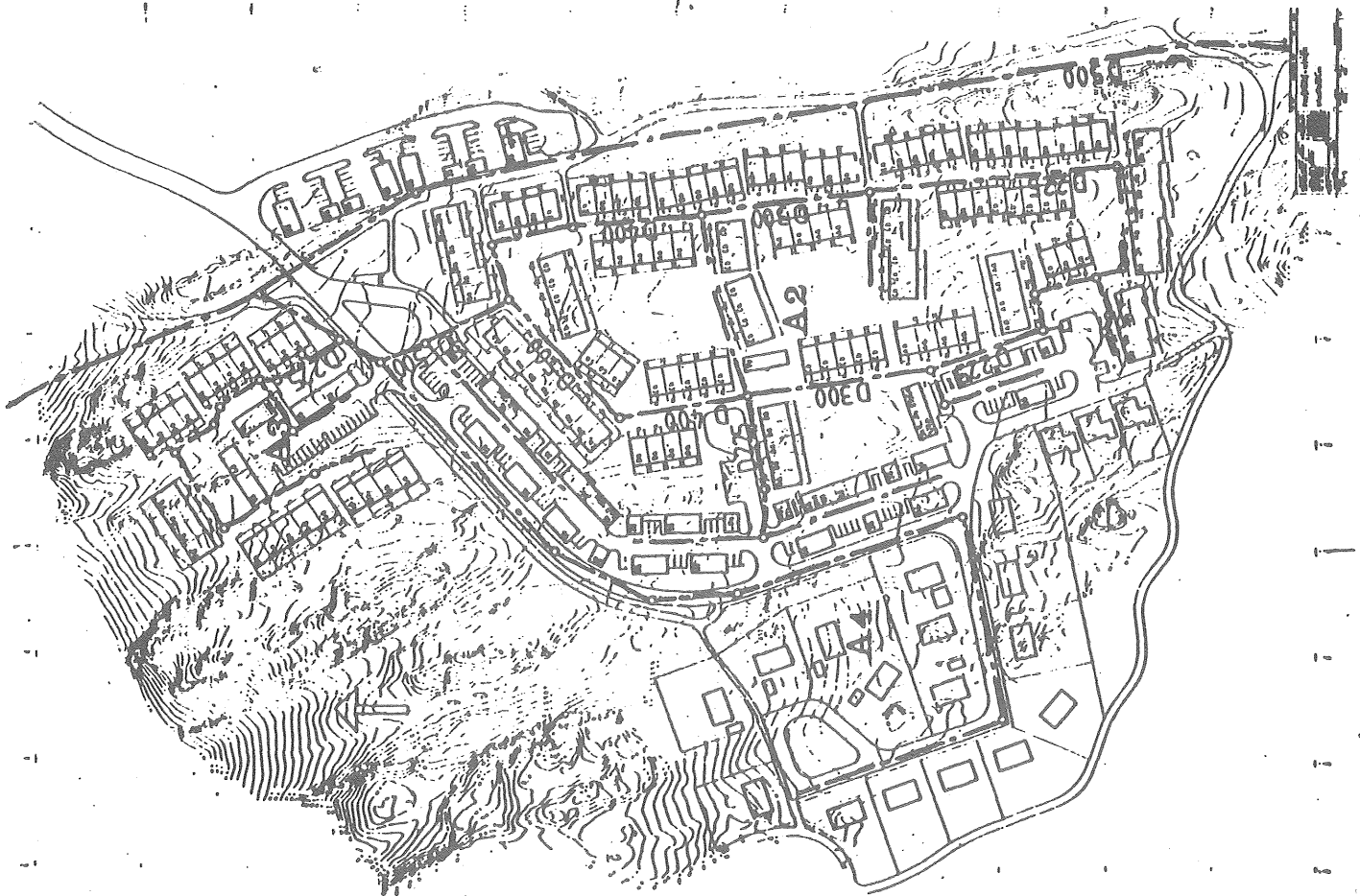
Figur 2.4 Perkulationsmagasin med bräddavlopp.



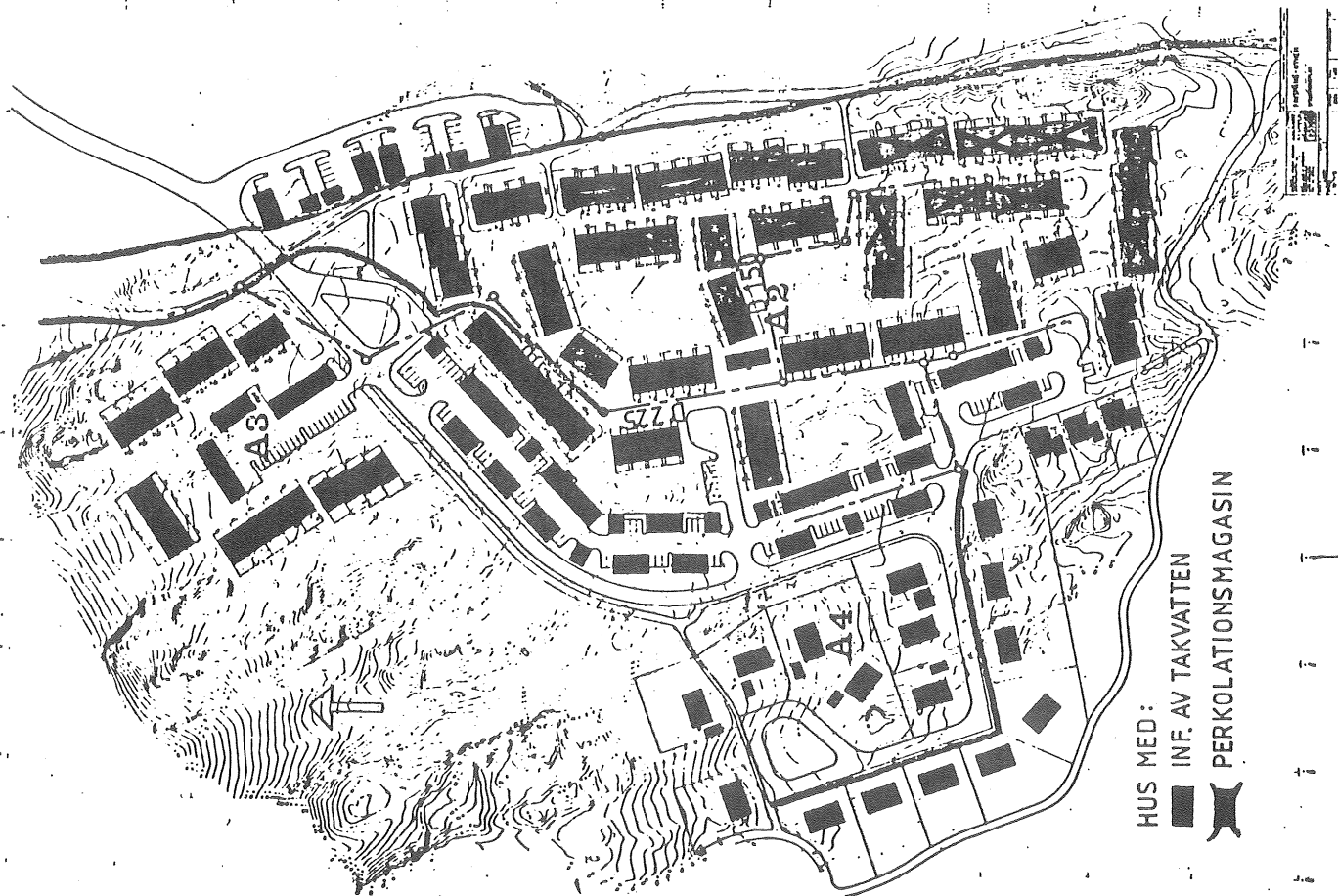
Figur 2.5 Infiltration på vegetationsyta med dagvattenbrunn i lågpunkt.



Figur 2.7 Geohydrologi i Nyhem.



Figur 2.6 Konventionellt dagvattensystem i Nyhem.



Figur 2.8 Lokalt omhändertagande av dagvatten i Nyhem.

## NYHEM KOSTNADSKALKYK DAGVATTEN

### KONVENTIONELLT RÖRLEDNINGSSYSTEM

HUVUDAVLOPP D 500	305 000.-
OMRÅDE A2 + A3	735 000.-
OMRÅDE A4	140 000.-
SUMMA	<u>1 180 000.-</u>

### LOD

HUVUDAVLOPP D 300	170 000.-	56 %
OMRÅDE A2 + A3	265 000.-	36 %
OMRÅDE A4	30 000.-	21 %
SUMMA	<u>465 000.-</u>	39 %

## JÄMFÖRELSE AV ANLÄGGN. KOSTNADER

ALT A: SEPARERAT SYSTEM = DUPL. SYST.  
(KONV.)

ALT B: LOKALT OMHÄNDERTAGANDE (LOD.) +  
~~UTJÄMNING NÄRA KÄLLAN~~

HULTA, RONNEBY 21 ha BERG 85 %

A. PROJ. (KONV.) 2.495.000:-kr (120 kkr/ha)

B. UTFÖRT (LOD. ~~UTJÄMNING~~) 1.580.000:-kr (75 kkr/ha)

VIKSJÖ, JÄRFÄLLA 60 ha

A. UTFÖRT (KONV.) 4.962.000:-kr (83 kkr/ha)

B. PROJ. (LOD. ~~UTJÄMNING~~) 3.585.000:-kr (60 kkr/ha)

Figur 2.10 Jämförelser av anläggningskostnader.

ÅRSKOSTNADER HELA LANDET  
(enl. BYGGINFO)

### NUVARANDE DAGVATTEN KOSTNADER

ANLÄGGNINGAR	450 MW/år
REP. OCH UNDERHÅLL AV	
LEDNINGSNÄT	100 ---
REP. ÖVRIGA ANLÄGGN.	100 ---
SUMMA	650 MW/år

OM LOD ~~BEREKNAS~~ I STÄLLET SEDAN  
LÄNGE HADE TILLÄMPATS

ANLÄGGNINGAR	300-350 MW/år
REP. OCH UNDERHÅLL	50 ---
SUMMA	350-400 MW/år

Figur 2.11 Årskostnader för dagvattensystem för hela landet (enligt Bygginfo).

- driftuppföljningar av infiltrationsanläggningar
  - igensättningar
  - miljöeffekter
- enkla metoder för best. av markens infiltrationskapacitet
- vegetationens roll vid lokalt omhändertagande av dagvatten
- metoder för kontroll av byggande och drift av infiltrations- och perkolationsmagasin

Figur 3.1 FoU-behov.

## PLANEKONOMISKA UTREDNINGAR – PLANUTFORMNING OCH EKONOMI

### Rekommendationer:

- Undersök markförutsättningar innan planarbetet inleds
- Anpassa planutformningen till markförutsättningarna
- Jämför olika alternativ såväl vid översiktlig som detaljerad planering
- Vänta med formell planläggning och avtal till dess planutformningen slutförts

### MARKUNDERSÖKNING INNEFATTAR FÖLJANDE FAKTORER:

- Topografi
- Vegetation
- Geoteknik
- Geohydrologi
- Befintliga anläggningar

### Planeringen sker i tre steg

Figur 4.1 Bostadsstyrelsens och Planverkets "Planeconomiska utredningar" - planutformning och ekonomi.



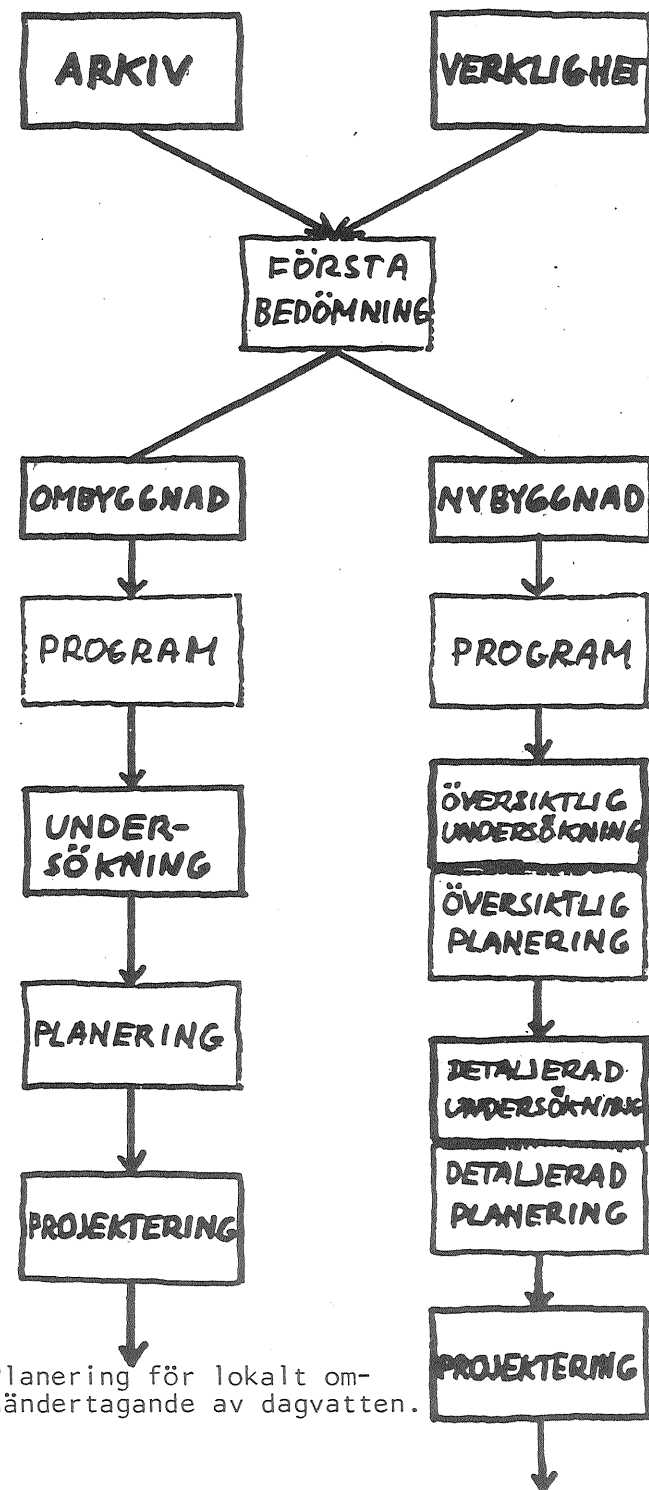
## PLANERING I TRE STEG :

- 1 Grov undersökning av markförhållanden. Översiktlig plan utvisande delområden.  
(GENERALPLAN)
- 2 Detaljerad undersökning av markförhållanden. Plan där byggnader och anläggningar läggs  $\pm 3$  m i plan och  $\pm 0,5$  m i höjd.  
(STADS- ELLER BYGGNADSPAN)
- 3 Ytterligare kompletterande undersökningar. Plan som lägger fast byggnader och anläggningar så att arbetshandlingar kan upprättas

BEDÖMNINGAR av produktionskostnaderna kan göras i Steg 1.

BERÄKNINGAR av produktionskostnaderna kan göras först i Steg 2.

Figur 4.2 "Planekonomiska utredningar" - planering i tre steg.



Figur 4.3 Planering för lokalt omhändertagande av dagvatten.

## FÖRUNDERSÖKNINGAR FÖR LOD

Punkter som bör beaktas vid såväl översiktlig som detaljerad planering:

- TOPOGRAFI Lutningsförhållanden
- DRÄNERINGSMÖNSTER Ytvattendrag och dränringssystem
- JORDARTSFÖRDELNING Jordarter i markytan
- JORDHÄKTIGHET OCH LAGERFÖLJD
- JORDARTERNAS VATTENGENOMSLÄPPLIGHET
- GRUNDVATTENTÄKTER Befintliga brunnar och deras tillrinningsområden
- GRUNDVATTENNIVÅER OCH ÅRSTIDSVARIATIONER
- NEDERBÖRD
- YTAVRINNING
- VEGETATION

För detaljerad planering tillkommer speciellt:

- Grundvattnets in- och utströmning
- Sprickvattnets uppträdande
- Infiltrationskapacitet
- Möjligheter att avleda bräddvatten
- Jordmåns fördelning

Figur 4.4 Förundersökningar för lokalt omhändertagande av dagvatten.

## LOD I PLANERINGSPROCESSEN

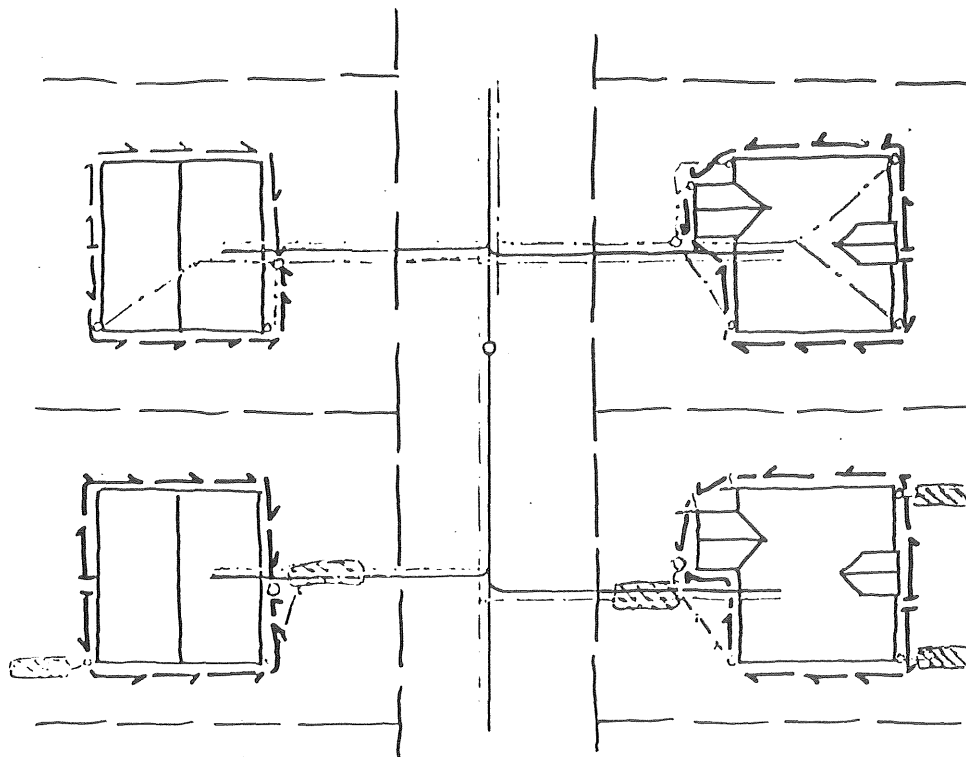
Några synpunkter:

- Utnyttja möjligheterna att ta fram och analysera äldre geologiskt - geotekniskt - geokhydrologiskt material! Då kan ofta onödigt omfattande (och dyra) fältundersökningar undvikas.
- Redovisa resultaten på ett sådant sätt att informationen kan fungera i kommunikationen med andra parter i planarbetet! Använd t.ex. ingenjörsgelogisk karta.
- Bästa resultatet erhålls vid aktiv kommunikation mellan planerare och andra parter (t.ex. geokhydrolog). Lämna inte bara en utredning!

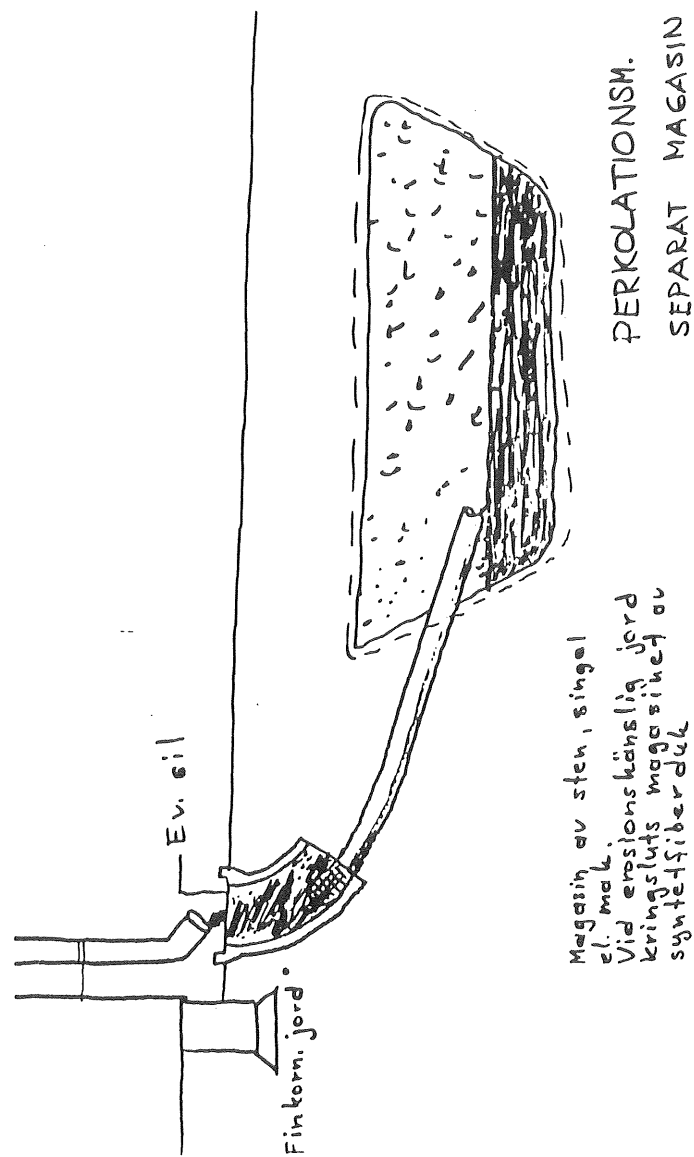
Figur 4.5 Lokalt omhändertagande i planeringsprocessen.

Konv.

LOD

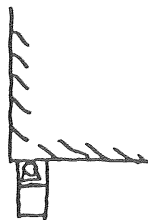


Figur 5.1 Konventionellt system - system LOD.

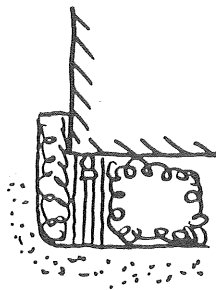


Figur 5.2 Perkolationsmagasin.

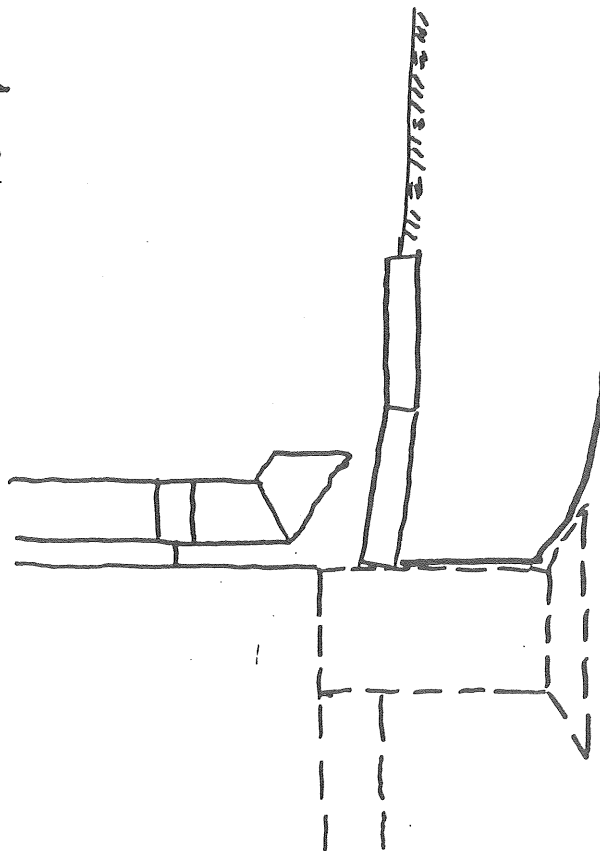
Erosionssäker  
markyta



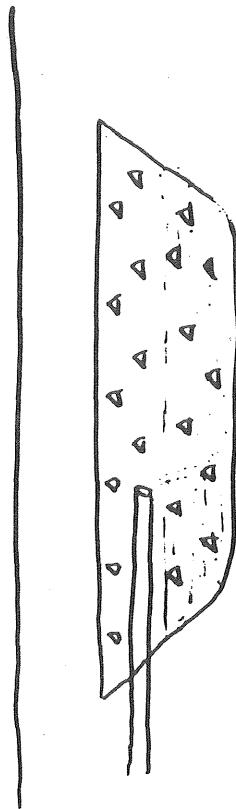
Erosionskänslig  
markyta



Utkastare



Utförande av perkolations-  
magasin



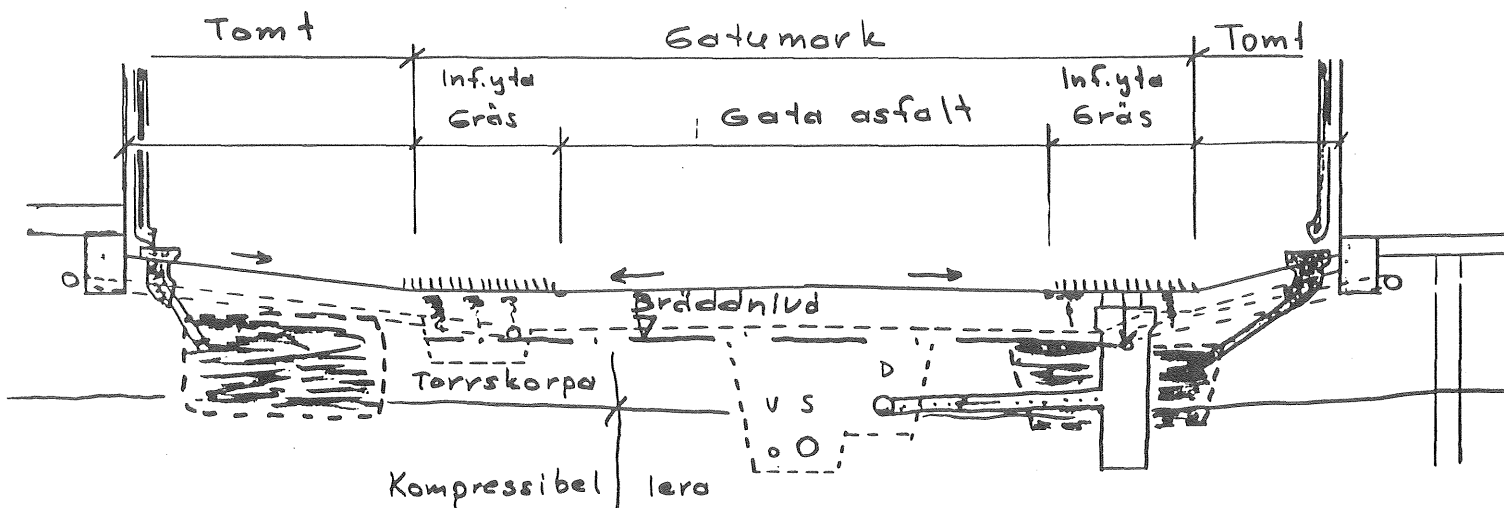
- Magasinets botten kan bli  
ytuppmjukad i samband med  
schaktning.

- Magasinets överyta måste  
tätas när risk finns att  
ovanfärliggande jord kan  
tränga ned i magasinet.

Figur 5.3 Ytskikt.

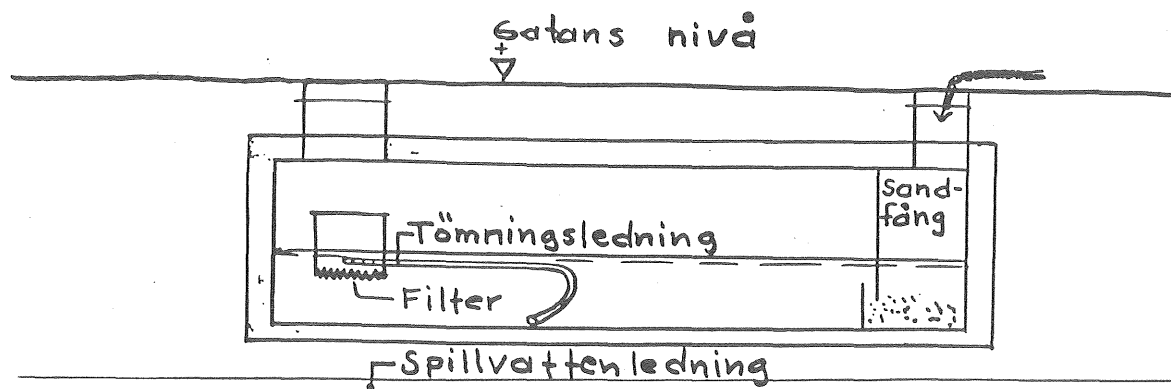
Figur 5.4 Utförande av perkolationsmagasin.

## Perkolationsmagasin



Figur 5.5 Perkolationsmagasin.

## Fördröjningsmagasin typ volymmagasin



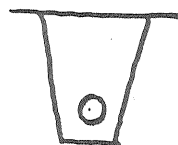
Figur 5.6 Volymmagasin

Anläggningsdelar som kan utföras till lägre kostnad i LOD-system

- Dagvattenledningar för överskottsvatten har små dimensioner
- Mindre ledningsmängd och mindre antal brunnar
- Ledningsgrav för samförlogda ledningar blir billigare
- Enklare utsättningsarbete
- Låga kostnader för utloppsordningar i recipient.
- Vägars belagda ytor skall dimensioneras för trafik - ej för snöupplag.
- Mindre marksättningar, inga ledningsbrött under garantitiden.
- Mindre torkskador på vegetation såväl nyplantering som befintlig trädvegetation.

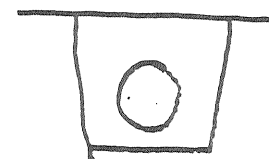
Figur 5.7 Generella kostnadsminskande anläggningsdelar.

LOD



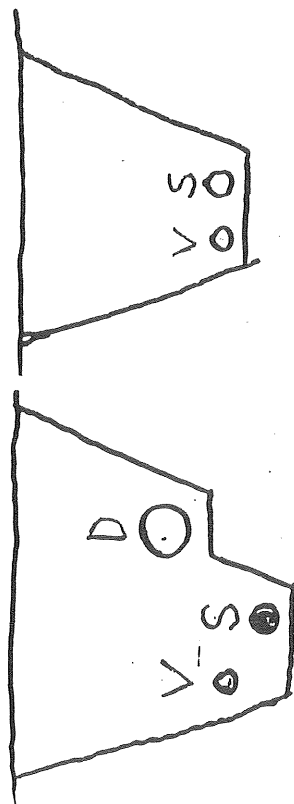
Naturligt flöde  
x 2 á 3

Konv.

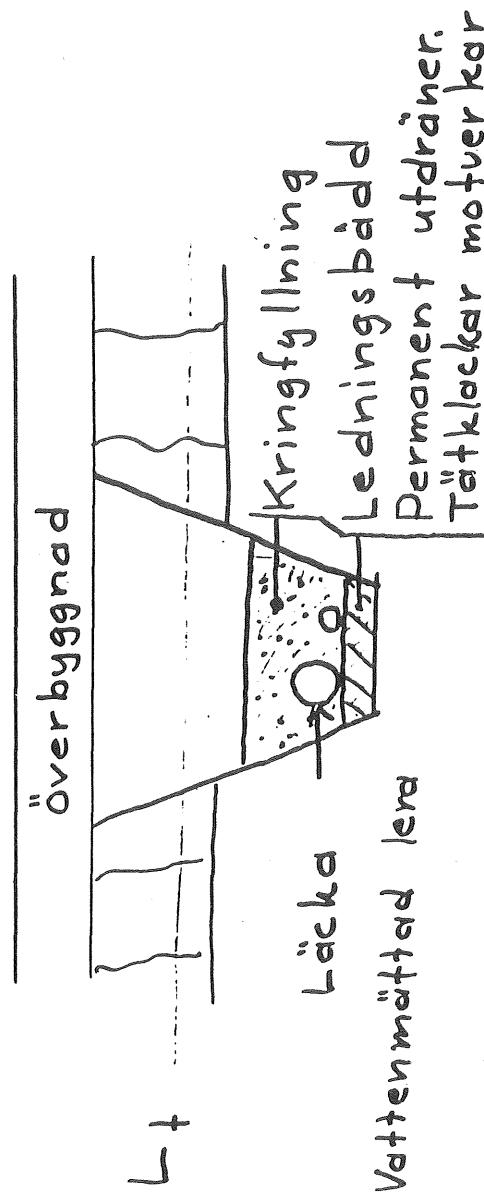
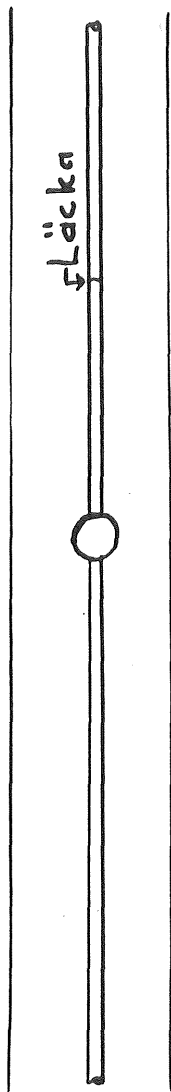


Naturligt flöde  
x 30 á 60

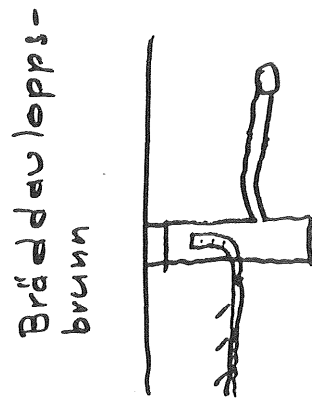
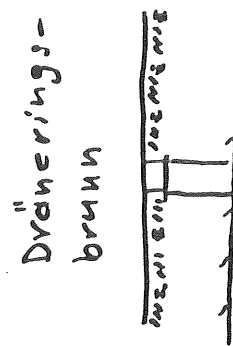
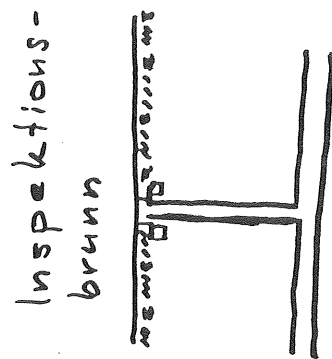
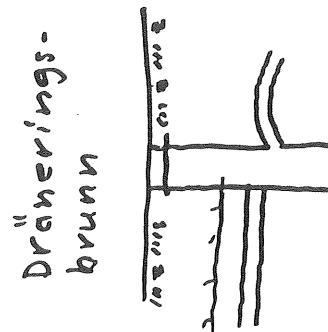
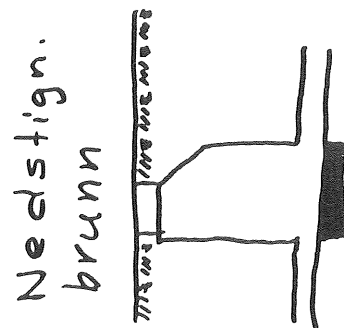
Figur 5.8 Ledningsdimensioner vid LOD och konventionellt system.



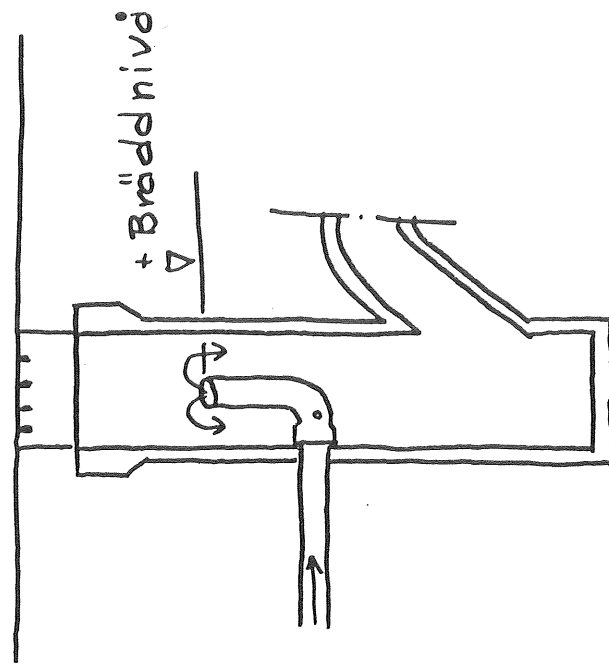
Figur 5.9 Ledningsgravar vid LOD och vid konventionellt system.



Figur 5.10 Kringfyllning.

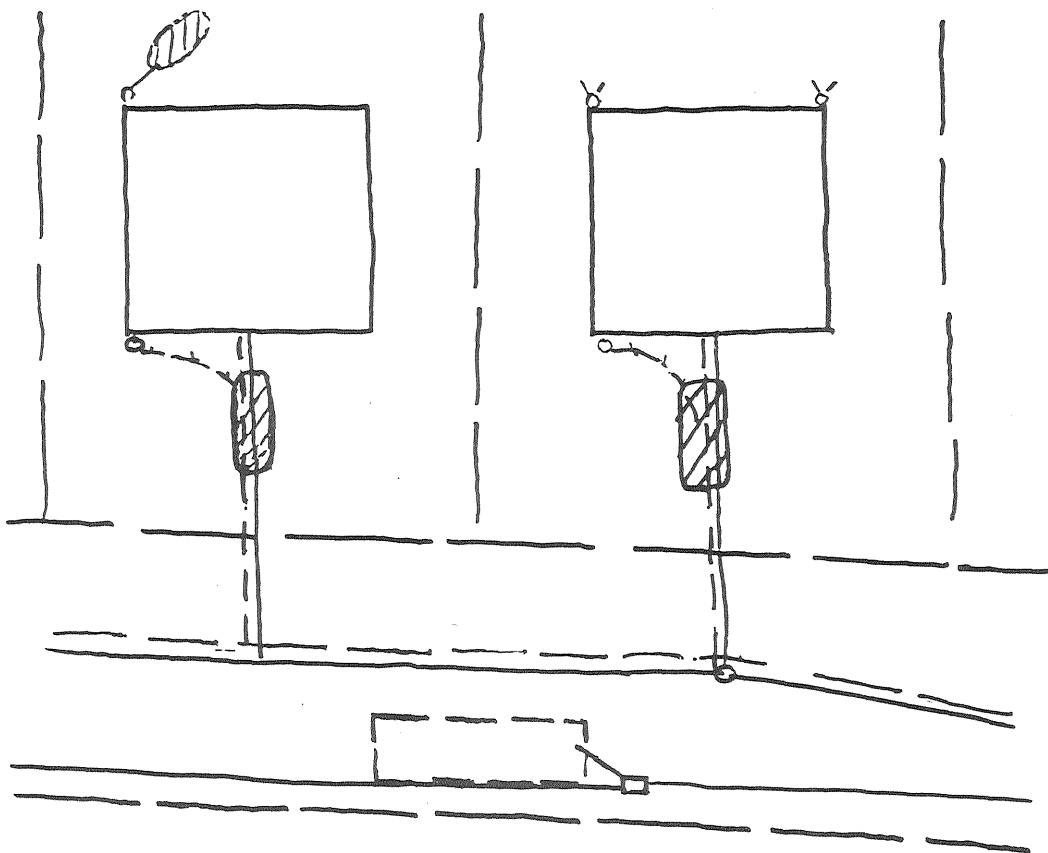


Figur 5.11 Exempel på brunnar.



Figur 5.12 Brunn för bräddning av dränvatten.





Figur 5.13 Systemlösning med LOD i Ronneby.

Inströmningsområde

Areal 20 ha: 226 lgh i småhus

Anläggningsdel	LOD-system	Konventionellt system
Huvudledningar		
Nyanlägda sträckor	105 000 85%	705 000
Del i befintliga sträckor	430 000	430 000
Totalt	535 000 55%	1 135 000

Uppsamlingsledningar	-	455 000
Volymmagasin	480 000 +5%	-
Servisledningar och eller ledningar under hus	335 000 } 41%	835 000
Perkolationsmagasin	160 000	-
Kantstöd	70 000	70 000
Totalt	1 045 000 24%	1 360 000

79.000 kr/ha (35%)  
124.000 kr/ha

Övergång från kantstöd till infiltrationsytor

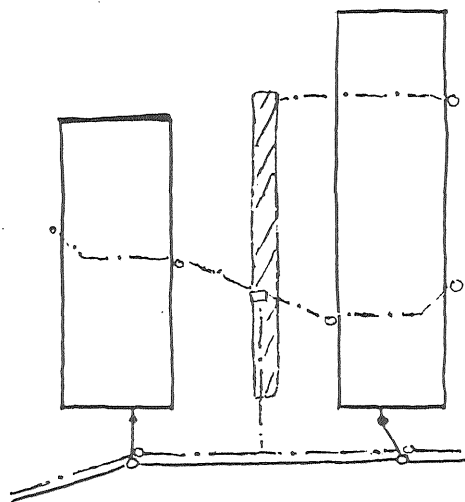
Anläggningsdelar	Kostnad
Volymmagasin	385 000
Kantstöd	70 000
	455 000
Avgår: Längre servisledningar och entrévägar samt större grönytor	52 000
Kostnadsbesparing	403 000

Figur 5.14 Anläggningskostnader för LOD- och konventionellt system i Ronneby.

# Anläggningskostnader LOD- resp konventionellt system Tegelhagen

I huvudsak utströmningsområde

Kostnad för	Utförd anl LOD	Konventionell anl
Huvudledningar för dagvatten	88 000 9%	97 000
Övriga ledningar för dagvatten	80 000 39%	130 000
Regnvattenbrunnar	28 000 18%	34 000
Perkolationsmagasin	71 000	-
Kantstöd	-	48 000
Total kostnad	267 000 14%	309 000



Figur 5.15 Principlösning för Tegelhagen och anläggningskostnader för LOD- och konventionellt system.

# Anläggningskostnader för LOD- resp konventionellt system-Viksjö

Inströmnings- och utströmningsområden

Areal 60 ha: 534 lgh i småhus och 2-vån flerbostadshus

Anläggningsdelar	LOD-system	Konventionellt system
Huvudledningar	313 000 50%	620 000
Uppsamlingsledningar	1 333 000 } 30%	2 352 030
Magasin i allmän mark och gemensamhetsmark	324 000 }	-
Serviser och ledningar under hus	322 000 } 11%	1 721 000
Magasin på tomtmark	1 210 000 }	-
Kantstöd	83 000 70%	269 000
Totalt	3 585 000 21%	4 962 000
" kr/ha	60 000	83 000

Huvudledningarna dyrbara även i LOD-systemet p g a djup schakt.

Figur 5.16 Anläggningskostnader för LOD- och konventionellt system i Viksjö.

## Driftaspekter

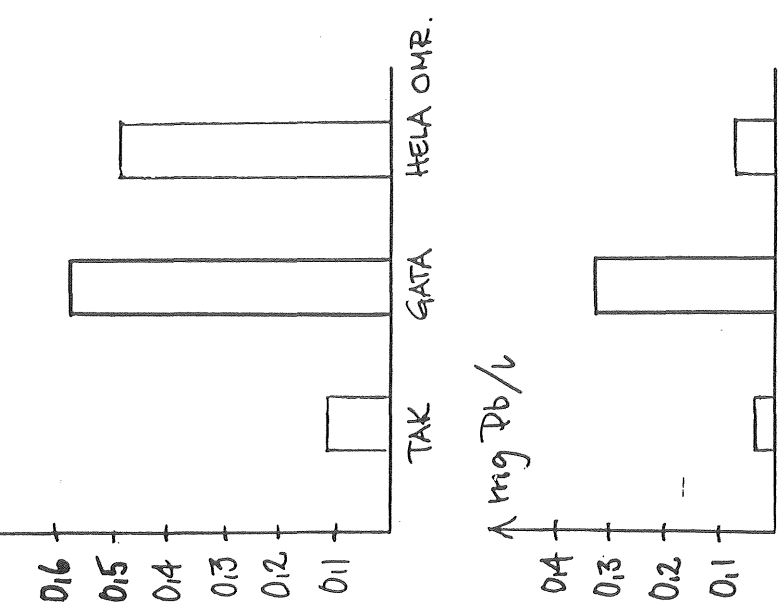
- Längre intervall 3-5år mellan rensning av brunnar med sandfång
- Silbetäckningar lätta att vid behov rengöra i samband med underhåll av grönytorna.
- Silbetäckningar under snövall sätts ej igen av is.
- Snö skall läggas på infiltrationsytor där så kan ske.
- Dränledningar rätt utförda behöver ej underhållas
- Filterbrunnar under ex.vi's stup-rör rensas vid markytan
- Gräsytor bör ej klippas för ofta helst 2-3 ggr per säsong
- Nedkylning via luftad dagvattenledning minskar vid LOD-system
- Vid infiltration erfordras "ingen" deponeringsplats för slam med höga halter tungmetaller

Figur 5.17 Driftaspekter.

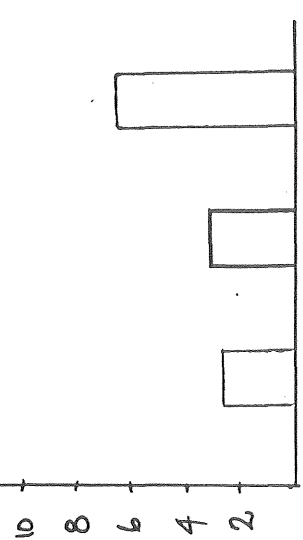
1. HUR FÖRORENT ÄR DAGVATTNET ?
2. HUR PÅVERKAS GRUNDVATTNET ?
3. VILKA SKADEEFFEKTER BEFÄRAS ?
4. ALLMÄNNA RÅD

Figur 6.1 Disposition

mg Zn/l HÖGSBO INDUSTRIOMRÅDE



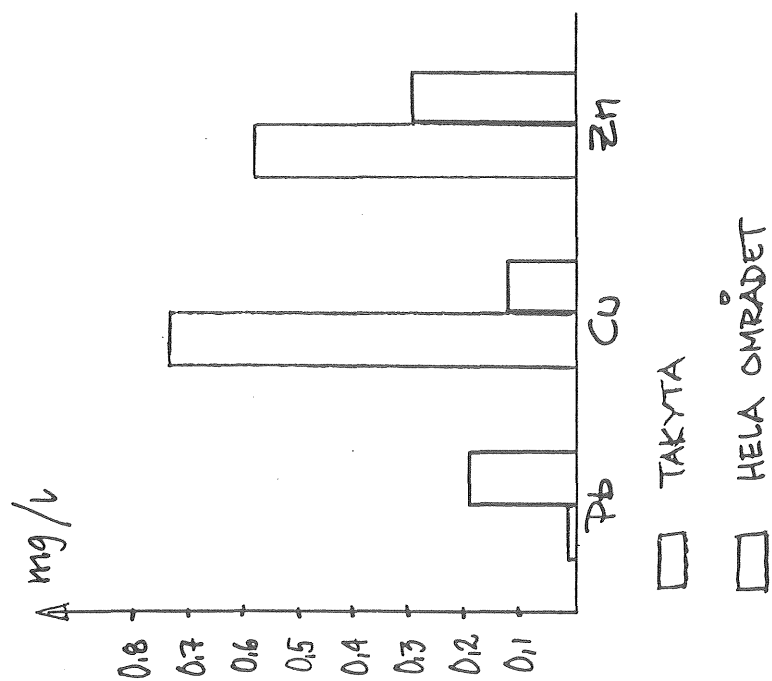
pH



Figur 6.3 Föroreningar i dagvatten från industriområde.

	HUSTAK	PARKERINGSLATS
mg SS/l	20	150
mg Zn/l	0.1 - 1	0.1 - 0.4
mg Cu/l	0.03 - 1	0.03 - 0.1
mg Pb/l	0.01 - 0.1	0.1 - 0.3
mg Ptot/l	0.03 - 0.3	0.03 - 0.5

Figur 6.2 Föroreningar i dagvatten.



Figur 6.4 Föroreningar i dagvatten från bostadsområde.

ORT	OMRÅDESTYP	INFILTRATIONSEÅTT	TOTALT ANTAL PROV	ANTAL PROV				
				Pb ≥0,2	Pb ≥0,1	Cu ≥0,1	Zn ≥0,1	Cl <sup>-</sup> ≥250 mg/l
TULLUNGE	PARKERING	PERK. MAG. I LERA	5	1	1	0	3	1
TULLUNGE	LOKALTRAFIK	DIKESINFILTR. LERA	9	1	5	1	4	2
SÖDBÄLJE	STARK TRAFIK	PERK. MAG. I FINSAND	7	3	0	0	6	1
SNÄTTRENGE	STARK TRAFIK	DIKESINF. FYLLNING, LERA	5	1	0	0	3	1
VÄRA	INDUSTRIOMRÅDE	PERK. MAG. I MELLANSAND	2	0	0	0	0	0
LIDÖPING	BOSTADSTÄDE	PERK. MAG. I MO	1	0	0	1	1	0

Figur 6.5 Grundvattenpåverkan.

## SKADEEFFEKTER

FÖRENING AV GRUNDVATTENTÄKT  
( KLORID, OLJA, TUNGMETALLER, ORGANISKA  
FÖRENINGAR )

SKADOR PÅ VÄXTLIGHET  
( NÄTRIUM, KLORID, OLJA, TUNGMETALLER )

FÖRSURNING  
( SVAVEL- OCH KVÄVEFÖRENINGAR )

SKADOR PÅ MARK  
( SALTER, FOSTOR )

MED NUVARANDE KUNSKAPER:

- ANLÄGG INTE PERKOLATIONS MAGASIN DÄR GRUNDVATTENTÄKT FINNS ELLER KAN TÄNKAS
- ANLÄGG INTE PERKOLATIONS MAGASIN FÖR STARKT FÖRORENTAT DAGVATTEN, T.E.X FRÅN STORA TRAFIKPLATSER
- YTNIFILTRATION ÄR "BÄTTRE" ÄN PERKOLA-TIONS MAGASIN FRÅN FÖRORENINGSPUNKT
- FINKORNIKA JORDAR "RENARE" VATTNET "BÄTTRE" ÄN GROVKORNIKA
- TÄNKBARA RENINGSFÖRSTÄRKANDE ÅTGÄRDER:
  - SLÄMMAVSKILJARE
  - OLJEAVSKILJARE
  - KALKSTENSINBLANDNING
  - (TORVLÄGER)

Figur 6.6 Skadeeffekter.

Figur 6.7 Allmänna råd.

- Byggnadslagen  
Byggnadsstadgan  
VA-byggnorm
- Miljöskyddslagen  
Miljöskyddskungörelsen
- Vattenlagen
- Hälsovårdsstadgan
- VA-lagen

Figur 7.1 De viktigaste lagarna.

## Bygglagutredningen

- Betänkande SOU 1974:21  
"Markanvändning och byggande,  
principer för lagstiftning"
- Nytt förslag på remiss före valet 1979
- Ny lag tidigast 1 jan. 1984

Figur 7.2 Bygglagutredningen.

## Revidering av VA-byggnorm

- Förslag f.n. på remiss
- Ny VA-byggnorm 1980

## Miljöskyddslagen

§ § MED AVLOPPSVATTEN AVSES I DENNA LAG

.....

3. VATTEN SOM AVLEDS FÖR SADAN TORRLÄGGNING AV MARK INOM STADSPLAN ELLER BYGGNADSPLAN SOM EJ SKER FÖR VISS ELLER VISSA FASTIGHETERS RÄKNING.

Figur 7.3 Revidering av VA-byggnorm.

Figur 7.4 Miljöskyddslagen.





## Vattenlagsutredningen

- Slutbetänkande SOU 1977:27  
"Förslag till ny vattenlag"
- Ny lag tidigast 1 jan. 1982

Figur 7.7 Vattenlagsutredningen.

## Hälsovårdsstadgeutredningen

- Slutbetänkande SOU 1978:44  
"Kommunalt hälsoskydd"
- Förslag till "Hälsoskyddslag"
- Ny lag tidigast 1 juli 1980

Figur 7.8 Hälsovårdsstadgeutredningen.

## Förslag till Hälsoskyddslag

.....

10 § FÖR AVLEDANDE, RENING ELLER ANNAT OMHÄNDERTAGANDE AV AVLOPPSVATTEN SKALL DE ANORDNINGAR VIDTAS SOM BEHOVS FÖR ATT MOTVERKA SANITAR OLÄGENHET.

ANORDNING SOM AVSES I FÖRSTA STYCKET OCH SOM INTE ÄR AVSEDD ATT ENBART FÖRA AVLOPPSVATTEN TILL ALLMÄN AVLOPPSANLÄGGNING FAR EJ INRÄTTAS UTAN SÄRSKILT TILLSTÄND AV MILJÖ- OCH HÄLSOSKYDDSNÄMNDEN.

ANORDNING SOM AVSES I FÖRSTA STYCKET SKALL UNDERHÅLLAS OCH SKÖTAS PÅ SÅDANT SÄTT ATT SANITAR OLÄGENHET INTE UPPSTÅR.

Figur 7.9 Förslag till hälsoskyddslag.

## Revidering av lagar och föreskrifter

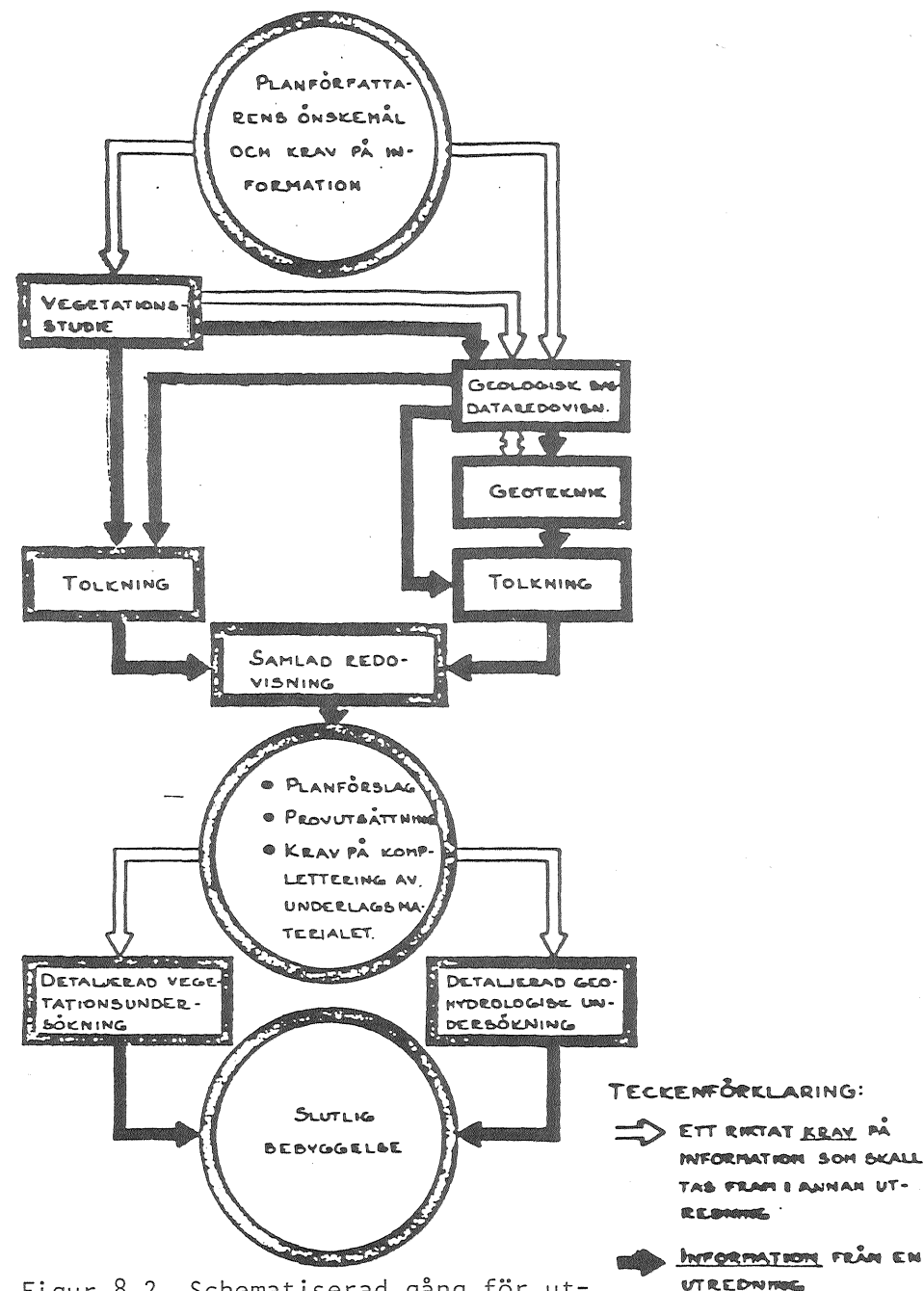
- Byggnadslagen BS § 16 c : Utredningar bör redovisas som beskriver förändringar av vattenbalans och skadliga utdränningar
- VA-byggnorm Kap. om regnvatteninstallationer bör innehålla ett godkännande av lokalt omhändertagande av dagvatten
- VA-Lagen Lagen bör anpassas till alternativa system för hantering av dagvatten
- Miljöskyddslagen Infiltration av dagvatten miljöfarlig verksamhet ?  
Dagvattenutsläpp förprövningspliktiga ?
- Hälsoskyddslag Tillstånd nödvändigt för anordningar för lokalt omhändertagande av dagvatten ?
- Vattenlagen Sambandet dikningsföretag — avloppsföretag för torrläggning av mark oklart

Figur 7.10 Revidering av lagar och föreskrifter.

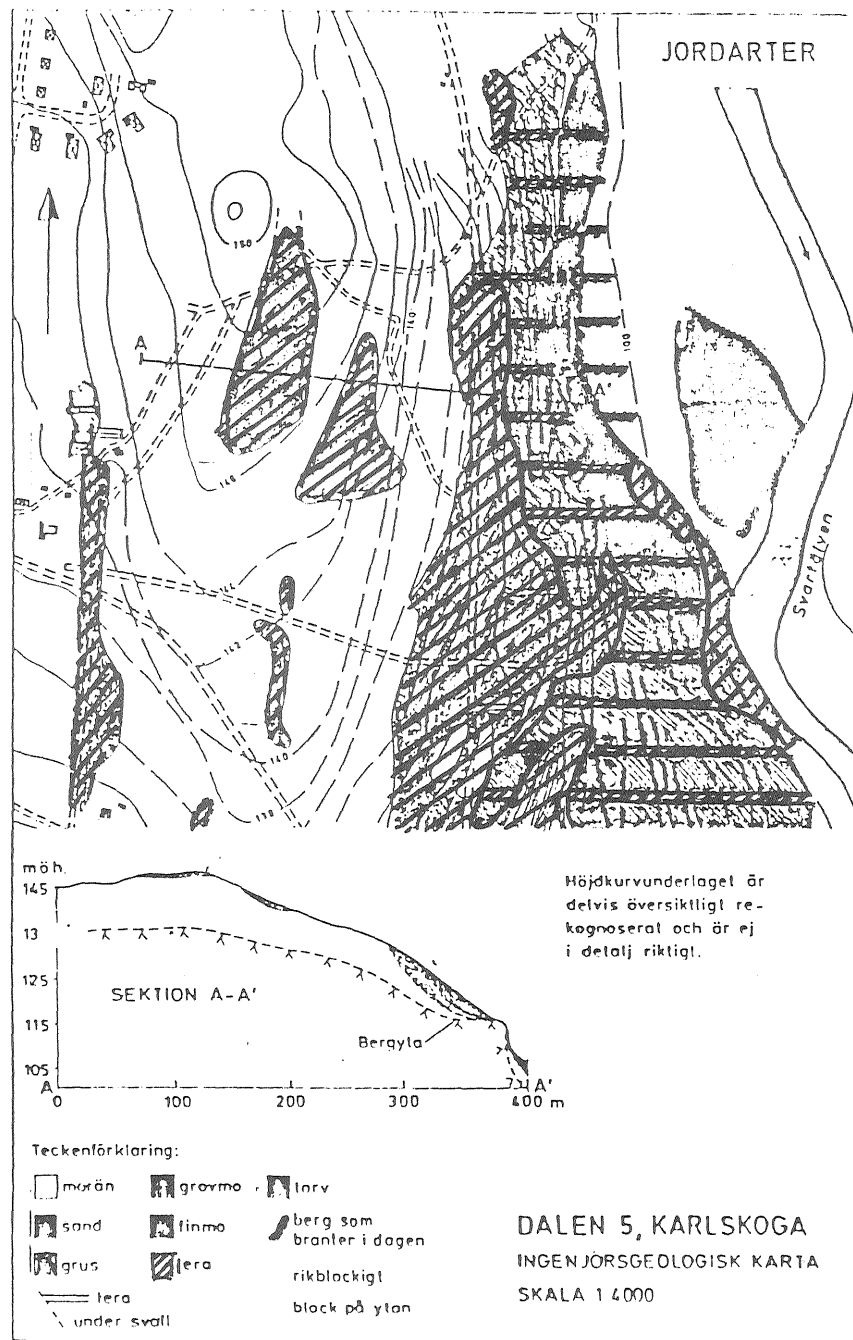
## NY KUNSKAP I PRAKTISK PLANERING — några förutsättningar:

- motparten (tjänstemän, politiker, exploator) måste vara motiverade att arbeta med nya förutsättningar
- det nya kunskapsunderlaget bör ha en sådan form att det är direkt tillämbart  
— materialet integreras och utvärderas inom resp utredning
- den nya kunskapen måste ha reella möjligheter att påverka planutformning och markanvändning

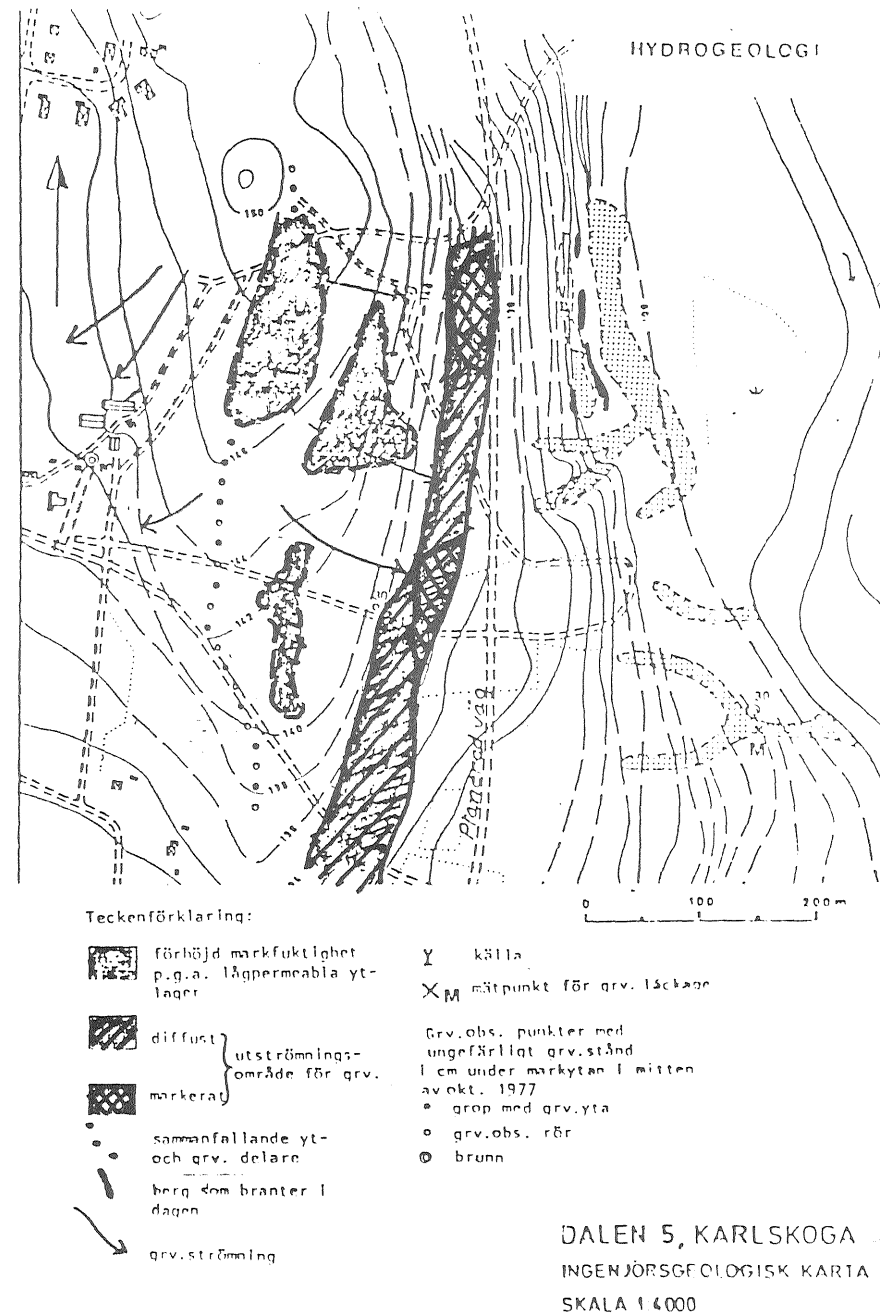
Figur 8.1 Ny kunskap i praktisk planering — några förutsättningar.



Figur 8.2 Schematiserad gång för utredningsarbete som bygger på en integrering och tidsmässig förskjutning mellan olika utredningar.

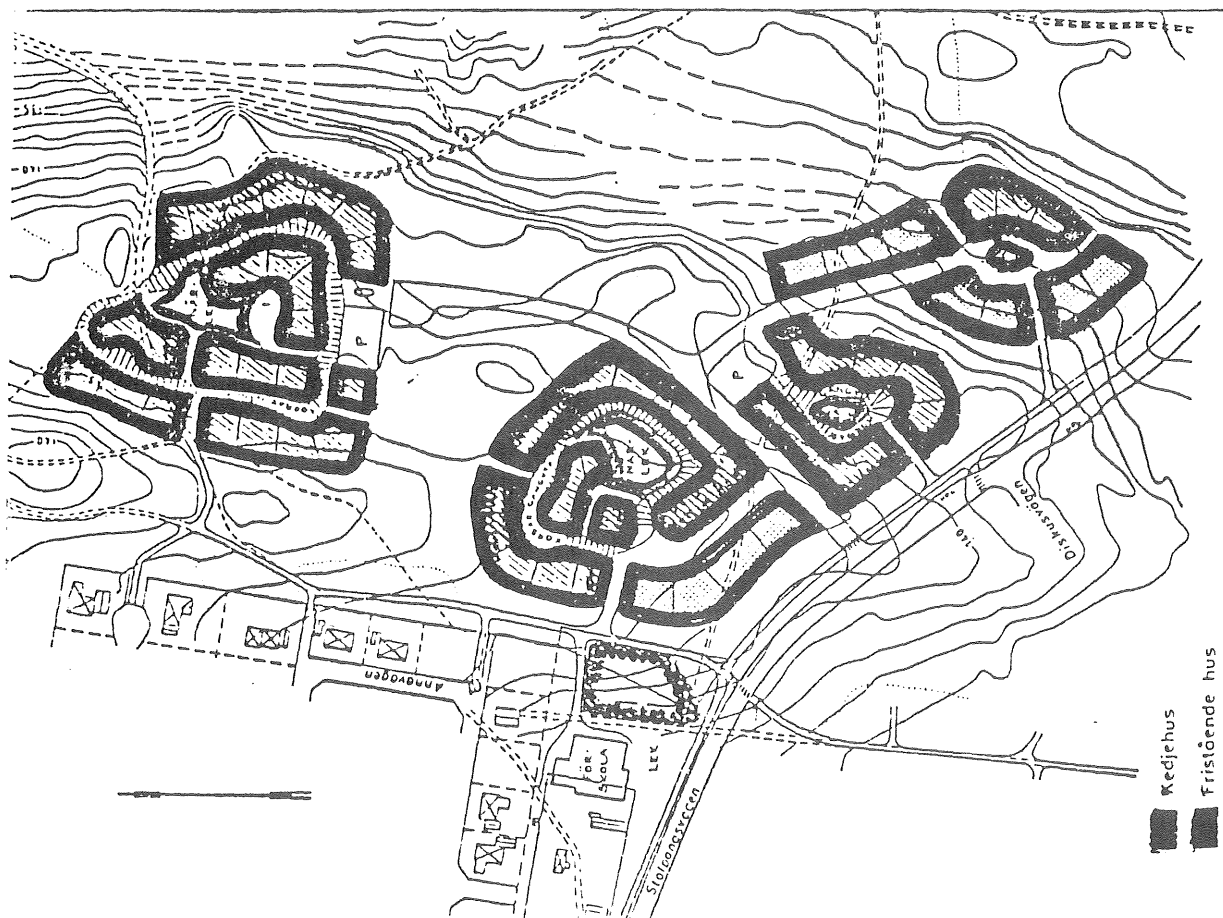


Figur 8.3 Ingenjörsgelogisk karta - jordarter.

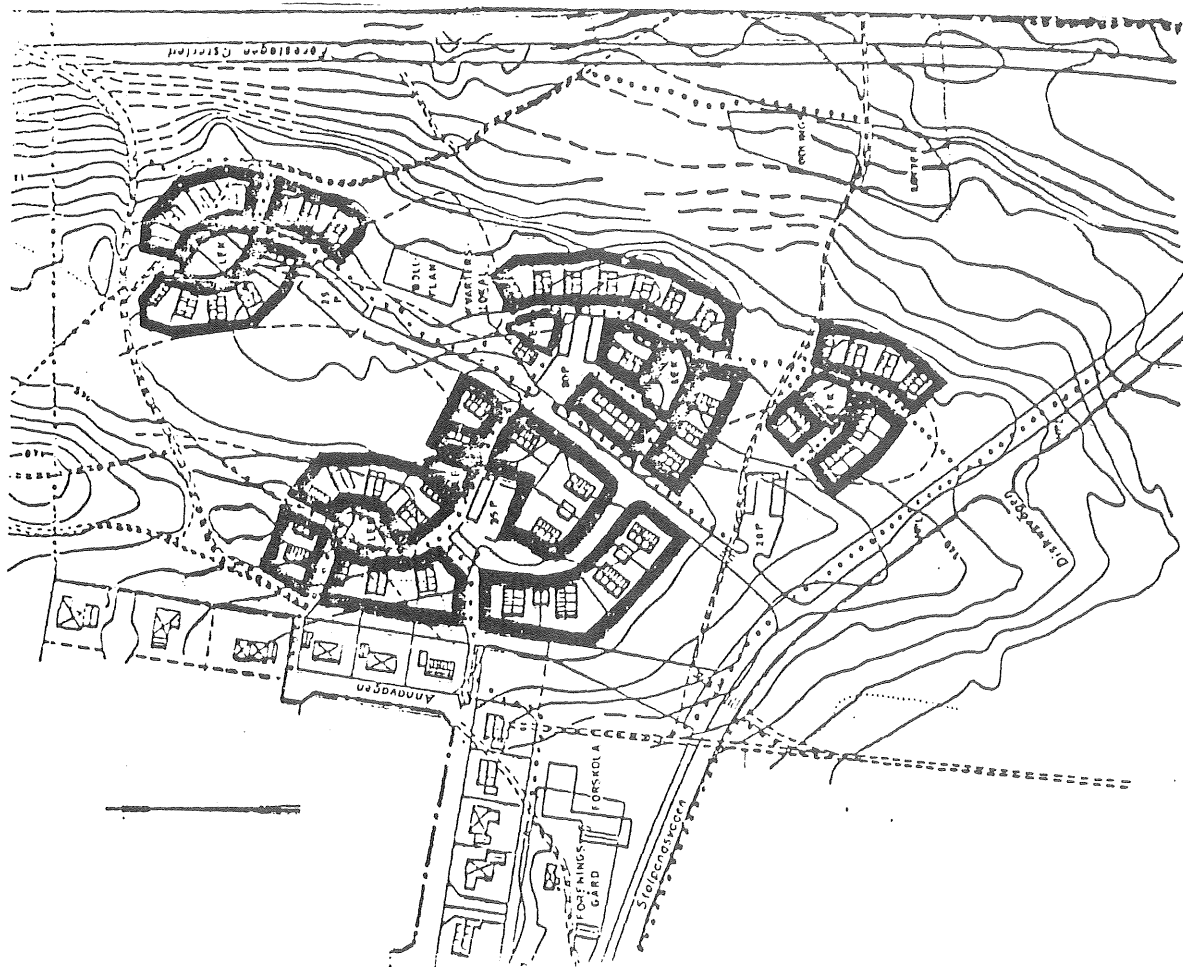


Figur 8.4 Ingenjörsgelogisk karta - hydrogeologi.

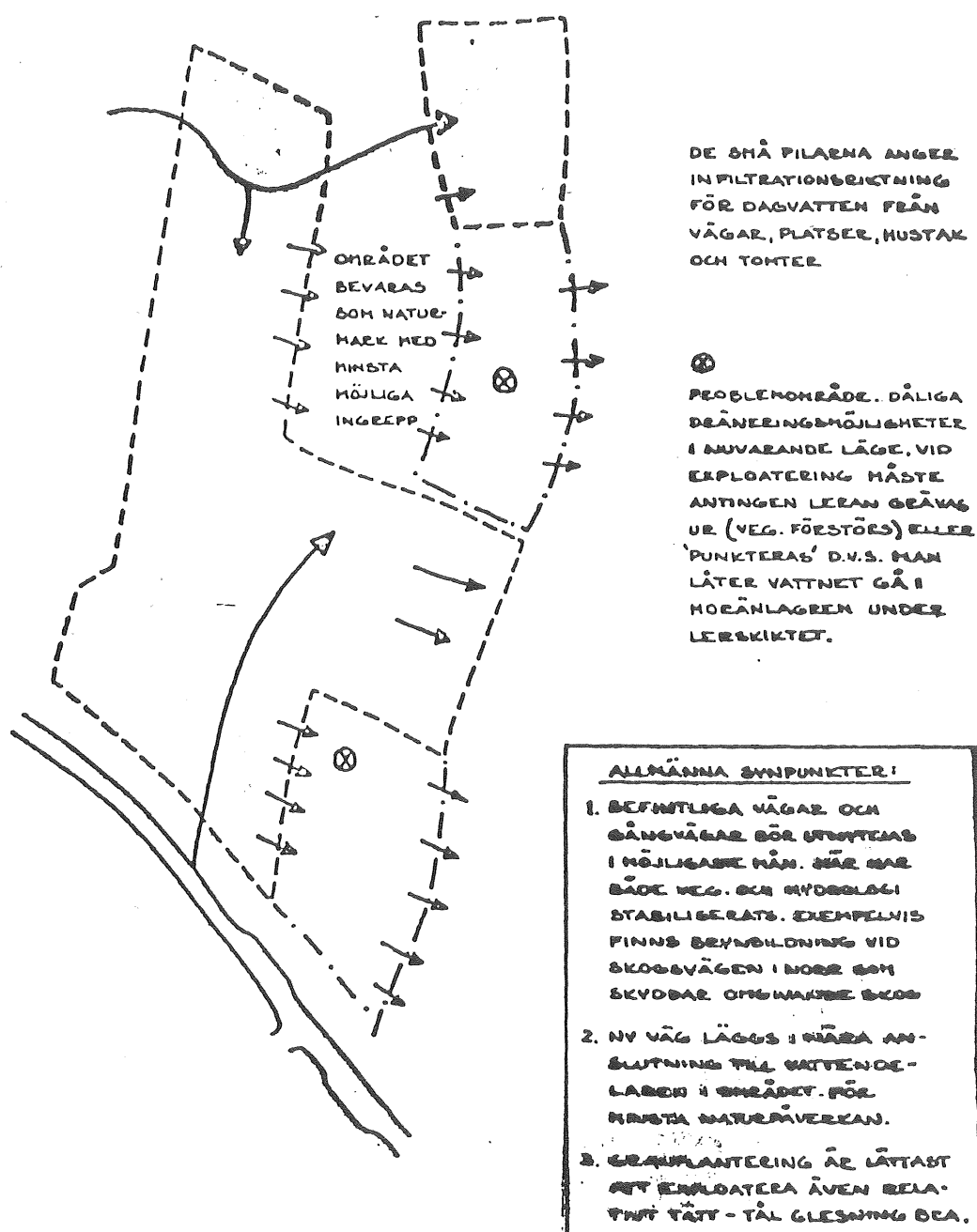




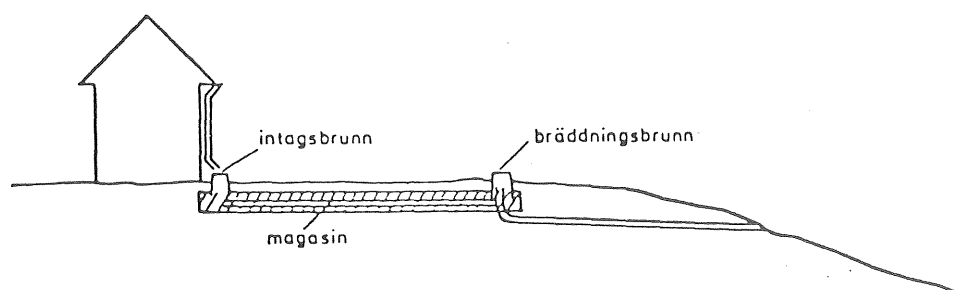
Figur 8.7 Första skiss till stadsplan för Dalen 5.



Figur 8.8 Justerad stadsplan för Dalen 5.



Figur 8.9 Preliminära anvisningar för bebyggelse i Dalen 5.



Figur 8.10 Principlösning, takvatten.



$$N = Q_Y + M + A + G$$

N = Nederbörd

$Q_Y$  = Ytavrinning

M = Magasineri

A = Avdunstning och  
transpiration

G = Grundvattenbildning  
(Perkollation)

Figur 9.1 Vattenbalans.

① Diskutera med  
geohydrolog

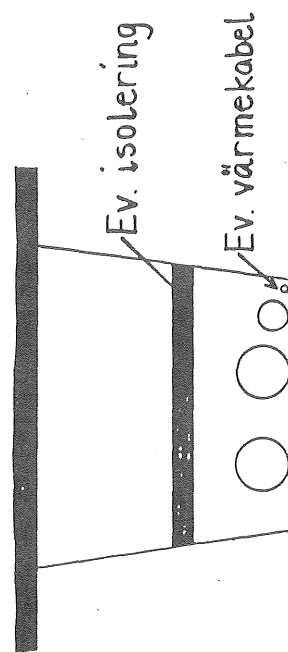
② Var rädd om regnvattnet

③ Minimera ledningsnätet

④ Begränsa läggningsdjupet

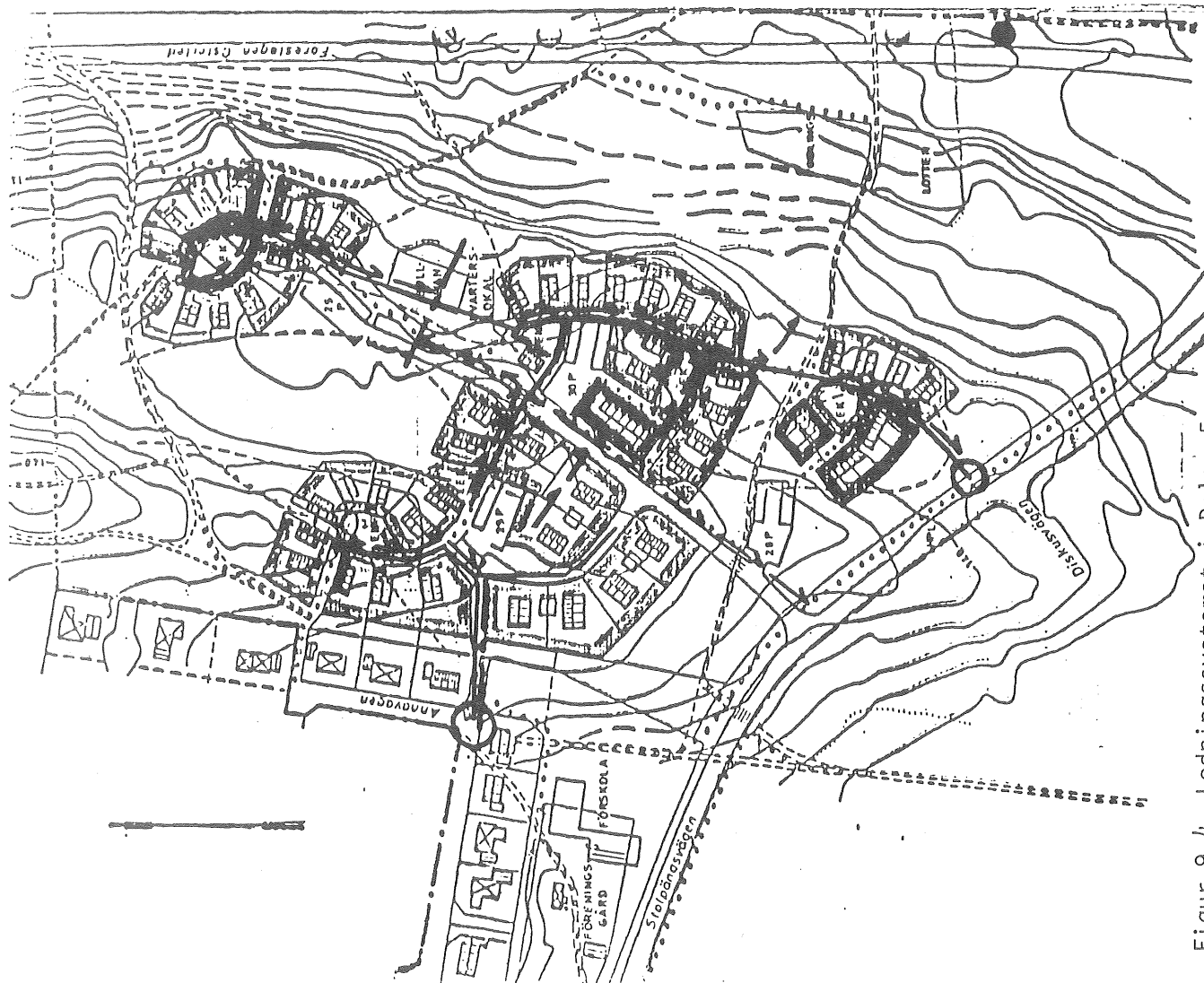
Figur 9.2 Allmänna synpunkter.

- ① Planens utformning
- ② Typ av bebyggelse
- ③ Ledningssystemets utformning
- ④ Ledningarnas täthet och läggningsdjup
- ⑤ Rörgravens utformning samma läggningsdjup

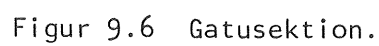
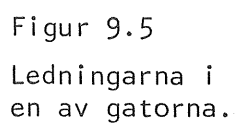


- ⑥ Pumpning, LPS-systemet

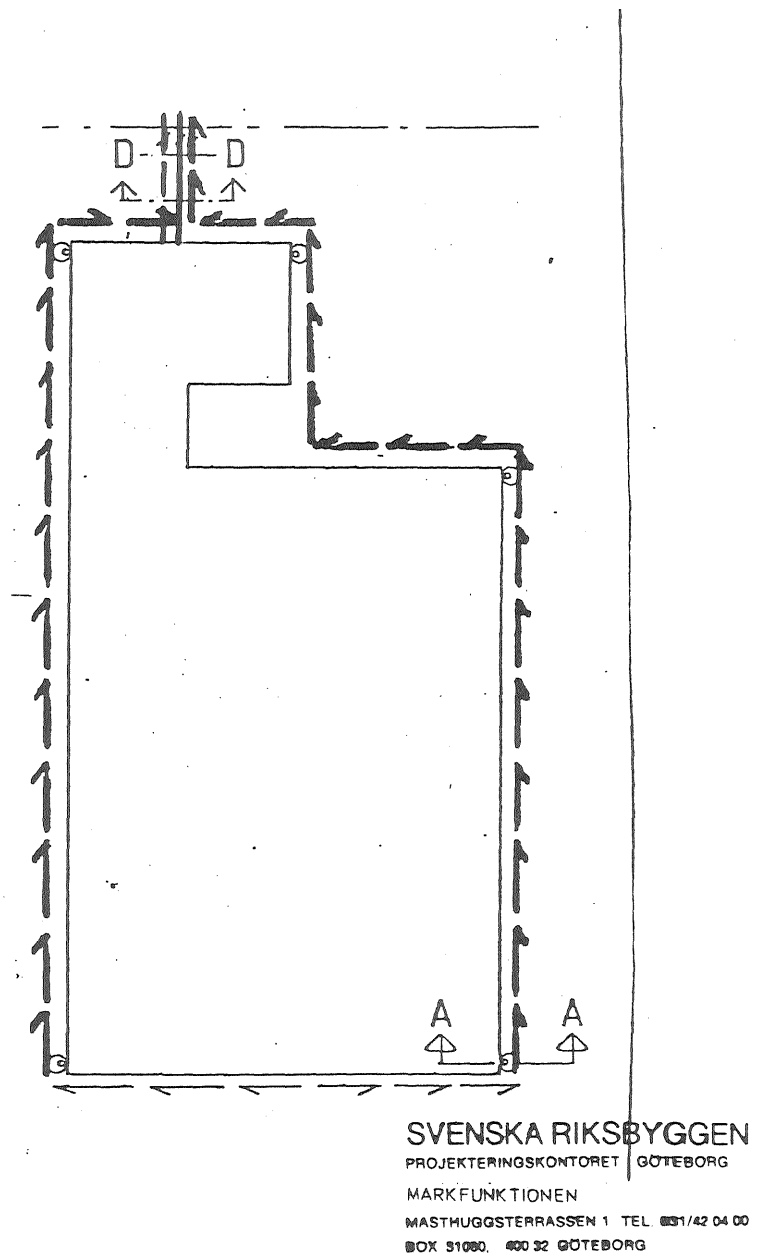
Figur 9.3 Allmänna synpunkter.



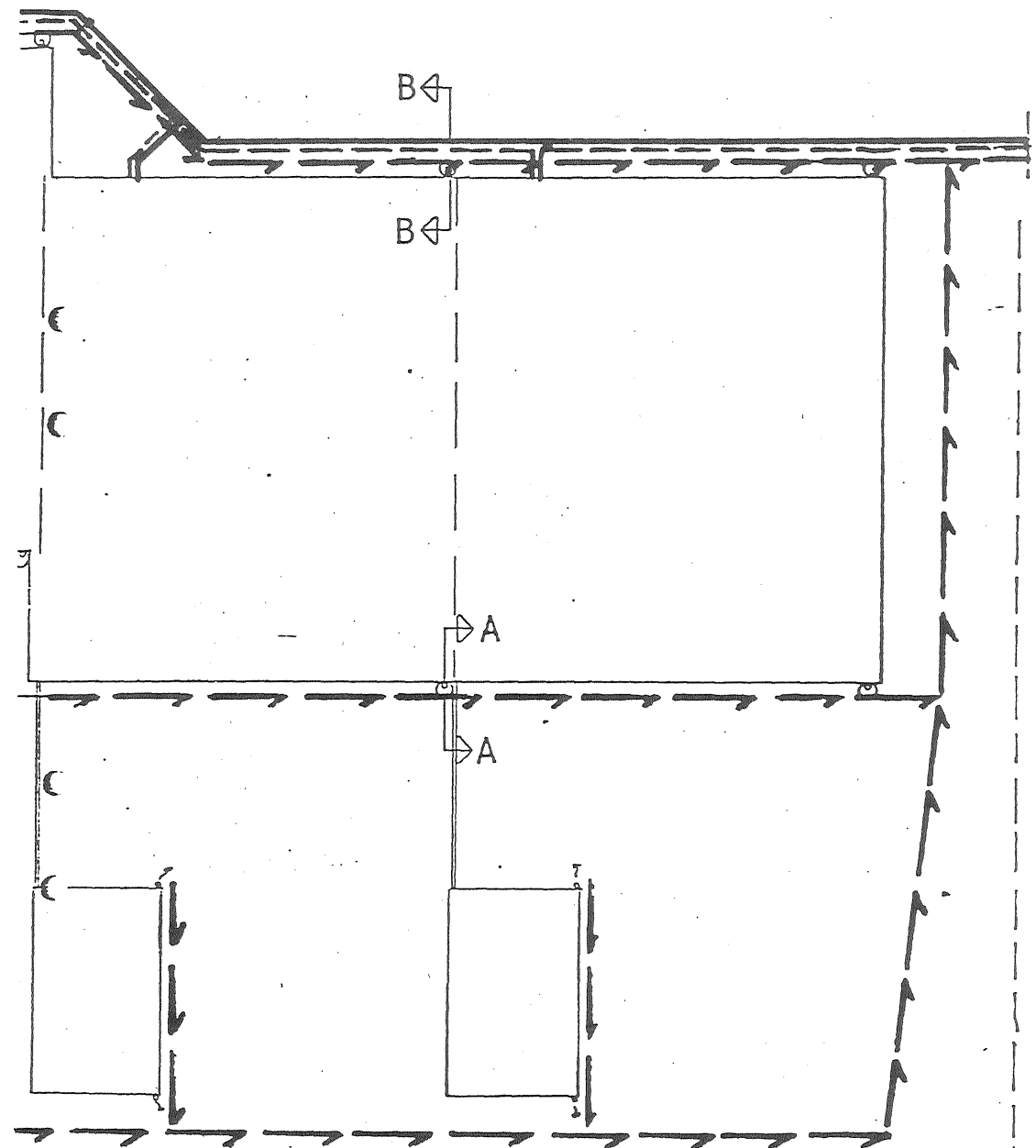
Figur 9.4 Ledningssystemet i Dalen 5.



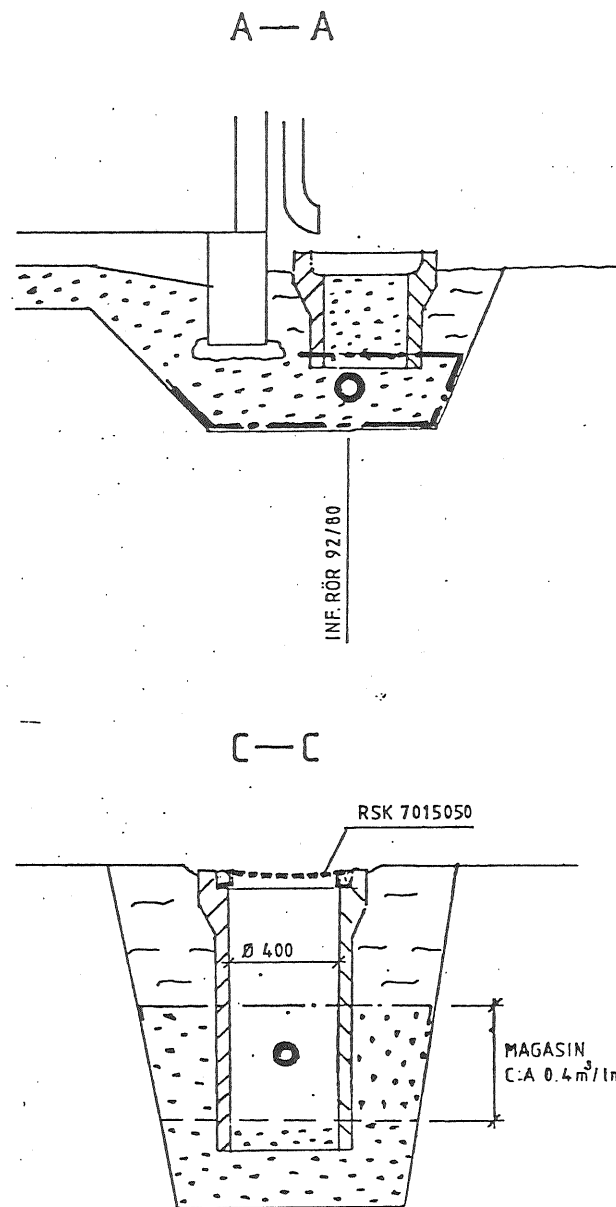




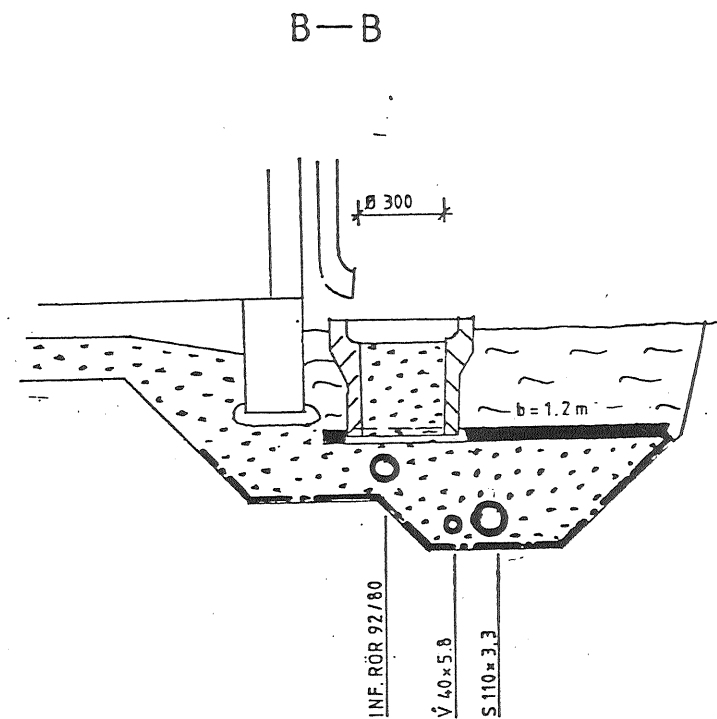
Figur 9.9 Vattenavledning från tomt.



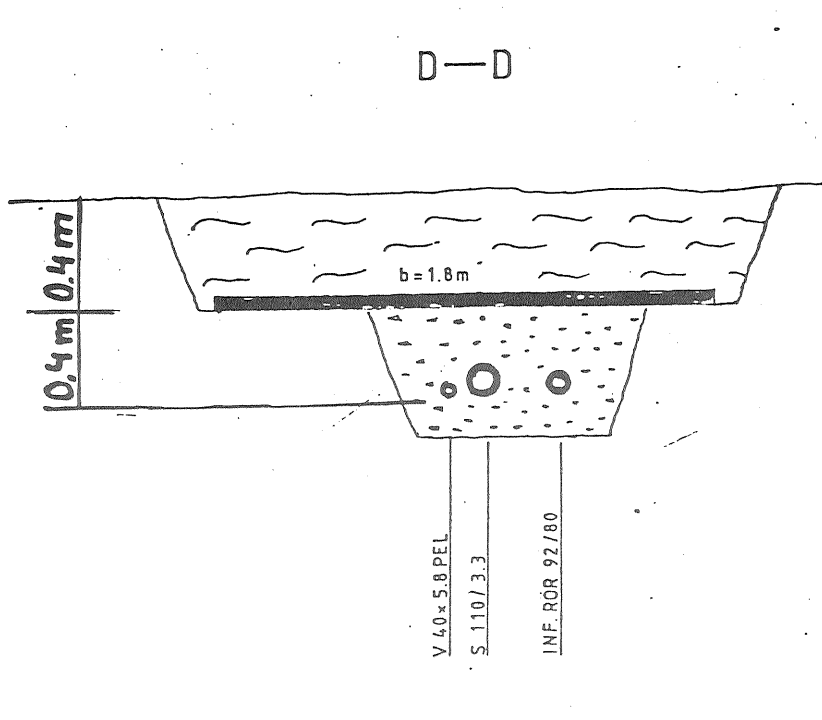
Figur 9.10 Vattenavledning från tomt.



Figur 9.11 Detaljer vattenutkastare och brunn.

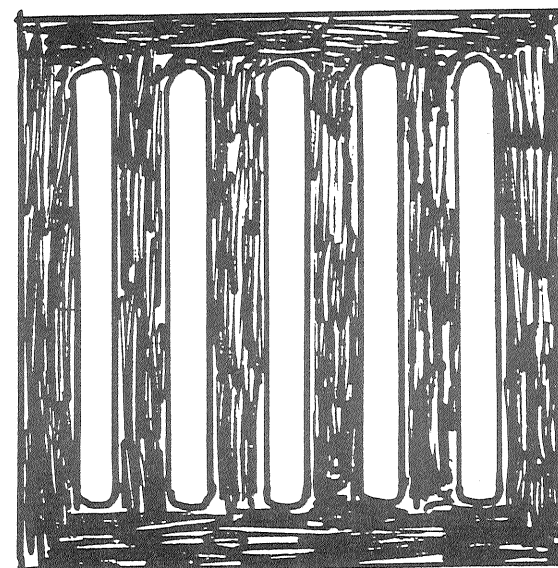


Figur 9.12 Vattenutkastare och dränering.



Figur 9.13 Ledningsgrav.

## GALLER PLÄTTA Tillverkn. PRECON



Figur 9.14 Gallerplatta för infiltration.

## GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

### GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPENS MEDDELANDEN:

- nr 1 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1972-07-01--1973-03-01). 1973. 100 sidor. 20:-. (Utgången).
- nr 2 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 1. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 67 sidor. 20:-.
- nr 3 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 2. Evaluering av lågpermeabla lagers hydrauliska diffusivitet med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 17 sidor. 15:-.
- nr 4 Viktor Arnell: Nederbördsräknare. En sammanställning av några olika räknartyper. 1973. 39 sidor. 15:-. (Utgången).
- nr 5 Viktor Arnell: Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926 - 1971. 1974. 68 sidor. 20:-.
- nr 6 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1973-03-01--1974-02-01). 1974. 167 sidor. 20:-.
- nr 7 Olov Holmstrand, Per O Wedel: Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. 1974. 55 sidor. 15:-.
- nr 8 Anders Sjöberg: Interim Report. Mathematical Models for Gradually Varied Unsteady Free Flow. Development and Discussion of Basic Equations. Preliminary Studies of Methods for Flood Routing in Storm Drains. 1974. 74 sidor. 20:-. (Utgången).
- nr 9 Olov Holmstrand (red.): Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. 1974. 38 sidor. 15:-. (Utgången).
- nr 10 Viktor Arnell, Börje Sjölander: Mätning av nederbördsintensiteter i Göteborgsregionen. Stationsbeskrivning. 1974. 53 sidor. 15:-. (Utgången).
- nr 11 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Dagvattnets beskaffenhet och egenskaper. Sammanställning av utförda dagvattenundersökningar i Stockholm och Göteborg 1969 - 1972. Engelsk sammanfattning. 1974. 46 sidor. 20:-.
- nr 12 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Interimrapport. Beräkningsmodell för simulering av dagvattenflöde inom bebyggda områden. Geohydrologiska forskningsgruppen i samarbete med VA-verket i Göteborg, meddelande nr 12, 1975. 50 sidor. 15:-.



- nr 13 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Nederbörds-avrinningsmätningar i Bergsjön, Göteborg 1973 - 1974. 1975. 92 sidor. 20:-.
- nr 14 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Delrapport. Dagvattnets sammansättning i Göteborg. Engelsk sammanfattning. 1975. 73 sidor. 20:-. (Utgången).
- nr 15 Dagvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 33 sidor. 15:-.  
Följande uppsatser ingår:  
Arnell V. Beräkningsmetod för analys av dagvattenflödet inom ett urbant område.  
Lyngfelt S. Nederbörds-avrinningsstudier i Bergsjön, Göteborg.  
Sjöberg A. CTH-ledningsnätmodell DAGVL-A.  
Svensson G. Dagvattnets sammansättning, inverkan av urbanisering.
- nr 16 Grundvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 43 s. 15:-.  
Följande uppsatser ingår:  
Andréasson L, Cederwall K. Rubbningar av grundvattenbalansen i urbana områden.  
Carlsson L. Djupinfiltration i slutna akviferer.  
Torstensson B-A. Följder av grundvattensänkning inom lerområden.  
Wedel P. Exempel på dränering av jordlager på grund av tunnelbyggande.
- nr 17 Olov Holmstrand, Per Wedel: Markvattenundersökningar i ett urbant område. 1976. 127 sidor. 25:-.
- nr 18 Göran Ejdeling: Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden. 1978. 130 sidor. 25:-.
- nr 19 Viktor Arnell, Jan Falk, Per-Arne Malmquist: Urban Storm Water Research in Sweden. 1977. 30 sidor. 15:-.
- nr 20 Viktor Arnell: Studier av amerikansk dagvattenteknik. Resa i december 1976. 1977. 64 sidor. 15:-.
- nr 21 Leif Carlsson: Reserapport från studieresa i USA samt deltagande i 2nd International Symposium on Land Subsidence in Anaheim, USA. 29 nov - 17 dec 1976. 1977. 61 sidor. 15:-.
- nr 22 Per O Wedel: Grundvattenbildning, samspelet jordlager och berggrund. Exemplifierat från ett försöksområde i Angered. 1978. 130 sidor. 25:-.
- nr 23 Viktor Arnell: Nederbördsdata vid dimensionering av dagvattensystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. En inledande studie. 1977. 1977. 29 sidor. 20:-.
- nr 24 Leif Carlsson, Klas Cederwall: Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Geohydrologisk forskning vid CTH, Sektion V, under perioden 1972-75. 1977. 17 sidor. 15:-.

- nr 25 Lars O Ericsson (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01--1977-01-31. 1977. 120 sidor. 25:-.
- nr 26 Ann-Carin Andersson, Jan Berntsson: Kontrollerad grundvattenbalans genom djupinfiltration. En inventering av djupinfiltrationsprojekt. 1979. 273 sidor. 25:-.
- nr 27 Anders Eriksson, Per Lindvall: Lokalt omhändertagande av dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och konstruktion av perkolationsanläggningar. 1978. 126 sidor. 25:-.
- nr 28 Olov Holmstrand (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01--1977-11-30. 1978. 69 sidor. 20:-.
- nr 29 Leif Carlsson: Djupinfiltrationsstudier i Angered. 1978. 70 sidor. 25:-.
- nr 30 Lars O Ericsson: Infiltrationsprocessen i en dagvattenmodell. Teori, Undersökning, Mätning och Utvärdering. 1978. 45 sidor. 20:-.
- nr 31 Lars O Ericsson: Permeabilitetsbestämning i fält vid perkolationsmagasin. Dimensionering. 1978. 15 sidor. 15:-.
- nr 32 Lars O Ericsson, Stig Hård: Infiltrationsundersökningar i stadsdelen Ryd, Linköping. 1978. 145 sidor. 25:-.
- nr 33 Jan Hällgren, Per-Arne Malmquist: Urban Hydrology Research in Sweden 1978. Swedish Coordinating Committee for Urban Hydrology Research. 1978. 14 sidor. 10:-.
- nr 34 Bo Lind, Göte Nordin: Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. 1978. 63 sidor. 25:-.
- nr 35 Eivor Bucht, Bo Lind: Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från studie i Karlskoga. 1978. 65 sidor. 25:-.
- nr 36 Anders Sjöberg, Jan Lundgren, Thomas Asp, Henriette Melin. Manual för ILLUDAS (version S2). Ett datorprogram för dimensionering och analys av dagvattensystem. 1979. 60 sid. 25:-.
- nr 37 Per-Arne Malmquist m fl: Papers on Urban Hydrology 1977-78. 99 sid. 20:- kr.
- nr 38 Viktor Arnell, P-A Malmquist, Bo-Göran Lindquist, Gilbert Svensson: Uppsatser om Dagvattenteknik. 1978. 30 sid. 15:-.
- nr 39 Bo Lind: Dagvatteninfiltration - förutsättningar inom ett bergsområde, Östra Gårdsten i Göteborg. 1979. 37 sid. 25:-.
- nr 40 Per-Arne Malmquist. Geohydrologiska forskningsgruppen 1972-79. Sammanställning av uppnådda resultat. 100 sid. 1979.
- nr 41 Gilbert Svensson, Kjell Øren. Planeringsmodeller för avlopssystem. NIVA-modellen tillämpad på Torslanda avrinningsområde. 1979. 71 sidor. 25:-.